



Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# **GRAU EN CIÈNCIES I TECNOLOGIES DE L'EDIFICACIÓ**

## **TREBALL FINAL DE GRAU**

### **METODOLOGIA QUANTITATIVA D'AVALUACIÓ DE RISCOS DE SEGURETAT ESPECÍFICA PEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓ**

**Projectista:** Elena Marcos Forcada

**Director:** Jesús Abad Puente

**Convocatòria:** Novembre 2013



## RESUM

L'avaluació de riscos laborals requereix de l'aplicació d'un procediment analític per a obtenir una estimació ajustada de la magnitud d'aquelles contingències que no són susceptibles de ser evitades. En el sector específic de la construcció, aquesta valoració té com a objectiu aportar la informació necessària per a què l'empresari la incorpori en el projecte edificatiu i adopti les mesures preventives que se'n derivin de les seves conclusions.

El present estudi pretén aportar un enfoc ampli i detallat dels factors més determinants en la valoració del risc. A través de l'anàlisi de la casuística real i del recull de diverses dades estadístiques, es plantegen diferents càlculs matemàtics orientats a obtenir un rati quantitatiu que informi sobre el major o menor grau d'accidentalitat que pot presentar una situació concreta d'un treballador particular del sector de la construcció en el conjunt de les diferents fases del cicle actiu de les edificacions (construcció, vida útil i rehabilitació o demolició).

La metodologia que es presenta parteix de la base d'una proposta existent, desenvolupant-la amb la parametrització de factors més acurats i fent especial èmfasi en la seva probabilitat i en els danys que se'n poden derivar. Així doncs, s'ha inclòs la gestió de costos associats i la percepció de risc (el nivell particular), abordant la valoració del risc d'una manera més objectiva i global i aplicant els resultats en el procés dinàmic d'avaluació tècnica per optimitzar les decisions posteriors en matèria preventiva.

S'ha realitzat una comparativa amb diverses avaluacions de riscos de Plans de Seguretat i Salut i amb l'accidentalitat real dels mateixos, per tal de demostrar la solidesa de la metodologia, tant en l'homogeneïtat dels resultats obtinguts com en el seu criteri i significat. S'ha pogut extreure una conclusió positiva de l'aplicació de la proposta que es presenta, demostrant-se que aporta un punt de vista més concret i acurat a tenir en compte en el moment de plantejar el Pla de Seguretat i Salut d'una empresa.

## ÍNDEX

## RESUM

1. GLOSSARI .....	3
2. PREFACI .....	4
3. INTRODUCCIÓ .....	5
4. MARC TEÒRIC .....	6
5. METODOLOGIA .....	8
5.1. Fórmula de càlcul .....	9
5.2. Avaluació del Risc (R) .....	10
5.2.1. Probabilitat (P) .....	13
5.2.1.1. Nivell d'Exposició (NE) .....	14
5.2.1.2. Nivell de Deficiència (ND) .....	18
5.2.1.3. Nivell Particular (NP) .....	21
5.2.1.4. Coeficient de Ponderació de la Probabilitat (CpP) .....	23
5.2.2. Conseqüències (C) .....	26
5.2.2.1. Nivell de Conseqüències (NC) .....	28
5.2.2.2. Coeficient de Ponderació de les Conseqüències (CpC) .....	31
6. EXEMPLE D'APLICACIÓ .....	35
7. COMPARATIVA I ANÀLISIS .....	40
7.1. Sistemàtica de la comparació .....	41
7.2. Criteris rectors .....	43
7.3. Taules comparatives i comentaris .....	45
7.4. Conclusions de la comparativa .....	56
8. CONCLUSIONS .....	58
9. BIBLIOGRAFIA GENERAL .....	59
10. CONTINGUT DEL CD .....	60
11. ANNEXOS .....	61

## 1. GLOSSARI

R	Risc
P	Probabilitat
C	Conseqüències o danys
NE	Nivell d'exposició
ND	Nivell de deficiència
NC	Nivell de conseqüències
NP	Nivell particular
$C_{pP}$	Coeficient de ponderació de la probabilitat
$C_{pNE}$	Coeficient de ponderació del nivell d'exposició
$C_{pC}$	Coeficient de ponderació de les conseqüències
$t_{\text{exposició}}$	Temps d'exposició total del treballador enfront el risc
$t_{\text{jornada}}$	Temps total de la jornada laboral del treballador exposat al risc

## 2. PREFACI

En el desenvolupament del present projecte cal puntualitzar que no s'ha pres com a referència un escenari de risc zero, tot i ser el criteri orientador de qualsevol estudi d'estimació de riscos. En aquest cas, es parteix de la premissa de tolerància d'un cert risc en sentit genèric, per ajustar-nos a un planejament més realista.

Així mateix, també és necessari precisar que en aquest Treball de Fi de Grau no s'incorporen valoracions relatives a l'impacte ambiental, doncs l'objecte d'anàlisi és molt concret (tipologia A) i focalitzat a la quantificació de les situacions de risc laboral en el procediment edificatiu per a la seva prevenció. És per aquest motiu que la inclusió d'estimacions mediambientals és més formal que no pas conceptual, tot i que pot suposar un punt de partida per a futurs desenvolupaments amb aquesta orientació, donat l'interès creixent que genera la possibilitat d'obtenir una quantificació ajustada de riscos concrets per tal d'evitar-ne les conseqüències no desitjades.

Per últim, indicar que la validació del mètode i de l'eina estadística proposada de suport per a la presa de decisions s'ha realitzat en base a un contrast dels resultats obtinguts d'una mostra de cinquanta avaluacions de riscos reals amb les seves dades de sinistralitat corresponents, justificant la seva aproximació a una major sensibilitat i eficiència.

### 3. INTRODUCCIÓ

Els accidents de treball continuen presentant en l'actualitat un gran problema humà, social i econòmic. Entre els grans sectors, és el de la construcció el que aporta un dels índexs més elevats d'accidentalitat a tot el món i a Espanya, específicament, representa un dels més alts d'Europa. Per a la majoria dels experts, aquest fet es deu a les característiques pròpies de l'activitat edificativa, com la gran mobilitat i canvi d'escenaris des de l'inici fins al moment de finalitzar l'obra, la manca d'una formació professional més acurada i profunda dels treballadors que hi participen, el baix nivell de consciència relativa en determinades situacions, l'alt grau de subcontractació que es produeix en el sector (que dificulta el tractament unitari del procés constructiu) i la manca d'una cultura preventiva en la nostra societat, entre un llarg etcètera.

La identificació dels riscos existents que poden provocar un accident laboral és la premissa a partir de la qual és possible incidir en la seva eliminació. Si aquesta intervenció no pot excloure amb tota seguretat la totalitat dels mateixos (per tal de no paralitzar l'activitat edificativa), cal, doncs, realitzar una avaluació amb rigor científic i de forma molt acurada que ens permeti, en la mesura del possible, establir les mesures preventives que condueixin a reduir la seva gravetat i probabilitat de materialització.

L'entrada en vigor de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals a Espanya va ser el punt de partida d'un procés regulador en aquesta matèria en tots els àmbits laborals i molt especialment en el de la construcció. Tot i aquesta tasca legislativa i la creixent supervisió de les autoritats competents, no s'han assolits tots els objectius plantejats inicialment per a incidir en l'activitat i és per aquest motiu que s'ha de continuar avançant en la investigació a través del desenvolupament de noves metodologies i eines d'aplicació que tinguin com a objectiu fonamental assolir una major taxa d'incidència en la disminució de l'accidentalitat i una millora encara més significativa de la qualitat de l'activitat laboral.

El present estudi recull aquest testimoni i planteja un mecanisme de valoració dels riscos basat en dades estadístiques i en una metodologia parametritzada, amb l'objectiu d'incorporar més instruments al procés d'avaluació del risc que facilitin una determinació més eficient de les mesures de prevenció.

#### 4. MARC TEÒRIC

El concepte de “risc professional” fa referència a determinades circumstàncies o fets que poden afectar la salut de les persones al lloc de treball. En aquest sentit, la seva avaluació permet el reconeixement i indemnització dels danys derivats del mateix en base a la qualificació de les situacions, bé com a accidents de treball, bé com a malalties professionals.

És, però, una construcció teòrica i social que aïlla elements específics del treball (un determinat nivell de soroll o una substància química, per exemple) i els relaciona amb una patologia o dany concret que afecta directament a la salut. Tot i això, la noció de risc professional no cobreix tots els àmbits que podrien afectar la salut del treballador des de la perspectiva concreta de l'activitat constructiva, ja que no es tenen presents aspectes rellevants com el deteriorament quotidià, l'envelliment prematur o la càrrega psicològica del lloc de treball, factors que són generalment ignorats i exclosos de valoració en termes de compensació econòmica.

Dins del marc global de la prevenció de contingències, el procediment d'estimació de riscos hauria de consolidar-se com a una actuació d'anticipació indispensable per a una correcta activitat preventiva sistematitzada i planificada. Amb aquest objectiu, la metodologia que es planteja pretén englobar els cinc grans tipus d'avaluacions que existeixen segons els fonaments que es preguin en consideració:

- l'anàlisi del cicle productiu;
- els factors de risc;
- els coneixements aportats pels experts;
- els coneixements aportats pels treballadors;
- la sistemàtica de la gestió de la prevenció a l'empresa.

La sistematització de la fórmula s'ha realitzat en base als criteris fonamentals de les diferents metodologies d'avaluació de riscos conegudes i, més concretament, assumint les pautes del mètode Fine. Aquest procediment va ser previst originalment com un mètode de valoració matemàtica per al control de riscos amb mesures correctores d'alt cost, incloent un factor d'anàlisi addicional en relació a la resta de mètodes simplificats de Valoració Simple o Mètode ABC o al mètode binari de l'INSHT.



El sistema Fine permet calcular el grau de perillositat dels riscos i, en base al mateix, classificar les contingències en funció de la seva importància, aconseguint obtenir una avaluació numèrica que té en consideració tres factors:

- Les conseqüències d'un possible accident provocat per un risc;
- L'exposició a la causa bàsica;
- La probabilitat que succeeixi la seqüència d'accident.

La pretensió és, doncs, l'anàlisi exhaustiu del procés de producció i de les condicions de treball que s'utilitzen en el mateix, fent un exercici per incorporar termes de valoració més enllà de la noció estricta de risc professional.

## 5. METODOLOGIA

El nou plantejament metodològic que es proposa es desenvolupa a partir d'una fórmula que calcula la magnitud del risc. Aquesta mesura avarca tant la probabilitat de la seva aparició (prevenció del risc) com les conseqüències que se'n poden derivar del mateix (protecció davant del risc). Seguint aquest criteri orientatiu, s'exposaran els conceptes de cadascun dels termes que integren l'expressió de càlcul, concretant les variables que la generen de forma objectiva. Així mateix, s'establirà el sistema que s'aplicarà per a la quantificació de les variables, així com els principis científics i estadístics que fonamenten aquesta metodologia d'avaluació de la magnitud del risc. Les bases estadístiques referides s'han extret de l'*Informe sobre el sector de la Construcción (Período 2003-2007)* i dels seus annexes.

Per una altra banda, el detall de la informació que s'ha utilitzat com a referència per a l'obtenció de les conclusions del present treball està referit a l'annex del present Treball Final de Grau.

Indicar que la metodologia que es presenta a continuació permet quantificar la magnitud dels riscos existents i, en conseqüència, jerarquitzar amb un criteri racional la seva prioritat en el moment d'avaluar els mecanismes necessaris per a la seva correcció. El punt de partida és, per tant, la detecció de les deficiències existents en els llocs de treball per, a continuació, estimar la probabilitat de què es produeixi efectivament un accident. Tenint en compte, a banda, que la magnitud del risc permet mesurar també les conseqüències del mateix, es podran avaluar les contingències associades a cadascuna d'aquestes deficiències.

La informació que ens aporta aquest mètode no és orientativa, està contrastada en l'àmbit pràctic en base al nivell de probabilitat de què es produeixin efectivament els accidents que refereix el mètode a partir de la deficiència detectada i en base al nivell de probabilitat estimable a partir de fonts precises (dades estadístiques d'accidentabilitat o de fiabilitat de components). Quant a la relació de les conseqüències normalment esperables, han de ser preestablertes per l'executor de l'anàlisi.

## 5.1. FÒRMULA DE CàLCUL

L'expressió obtinguda de la combinació de les diferents variables es planteja i desenvolupa matemàticament segons el següent detall:

$$R = P \times C$$

On:

$$P = NE * ND * NP * c_{pP}$$

$$C = NC * c_{pC}$$

Sent:

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) * c_{pNE}$$

Per tant:

$$P = [(t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) * c_{pNE}] * ND * NP * c_{pP}$$

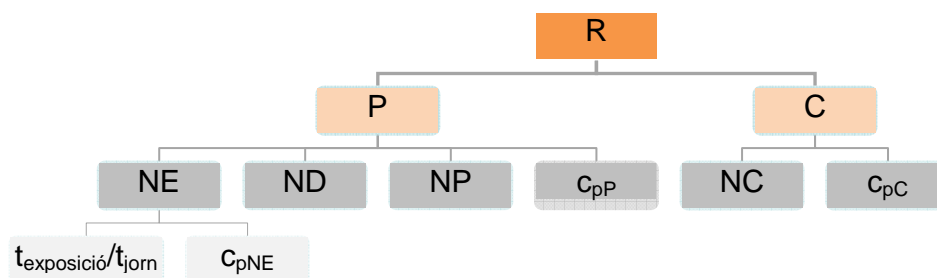
De forma que:

$$R = \{[(t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) * c_{pNE}] * ND * NP * c_{pP}\} \times \{NC * c_{pC}\}$$

La nomenclatura emprada és la següent:

R	Risc
P	Probabilitat
C	Conseqüències (danys)
NE	Nivell d'exposició
ND	Nivell de deficiència
NP	Nivell particular
$c_{pP}$	Coefficient de ponderació de la probabilitat
$c_{pNE}$	Coefficient de ponderació del nivell d'exposició
$t_{\text{exposició}}$	Temps d'exposició enfront el risc
$t_{\text{jornada}}$	Temps jornada laboral
NC	Nivell de conseqüències
$c_{pC}$	Coefficient de ponderació de les conseqüències
NP	Nivell particular

Conceptualment, es representa de la següent manera:



Gràfic 5.1.\_ Diagrama esquemàtic del risc segons l'actualització de la metodologia

## 5.2. AVALUACIÓ DEL RISC (R)

El concepte de risc s'entén com la possibilitat real de què es produeixi un determinat dany que afecti la salut del treballador. La quantificació d'aquesta variable és el resultat d'una equació matemàtica que engloba diferents components sense connexió aparent entre ells, però que, a l'interrelacionar-se de manera lògica i ordenada, aporten una conclusió ferma i concreta. Aquest risc s'avalua a partir de dues variables principals, la probabilitat i les conseqüències finals, expressant-se la magnitud final del risc com el producte matemàtic d'aquestes dues variables.

La probabilitat de què determinats factors de risc es materialitzin en danys i les conseqüències (magnitud dels danys) són, per tant, els dos factors amb els que es pot determinar el risc, definint-se aquest com el conjunt de danys esperats per unitat de temps. Ambdós elements han de necessàriament ser quantificats per tal d'aportar un criteri objectiu en la determinació de la contingència.

Observem així que les dues variables, P (probabilitat) i C (conseqüències), modifiquen proporcionalment el valor de R (risc), de forma que, a mesura que es va incrementant positivament el seu valor, la magnitud del risc també augmenta. És per això que en el moment de prioritzar actuacions enfront el risc, s'haurà d'incidir en primera instància en el control dels riscos de magnitud més elevada, continuant pels de magnitud inferior. Aquesta pauta no comporta la precedència de cap d'elles en detriment de l'altra, ja que ambdues tenen el mateix pes quantitatiu.

El resultat de l'equació és un número adimensional, real i positiu, que adopta un valor màxim en funció dels valors que el determinen i que expressa la magnitud final de R, això és, el resultat de l'avaluació. D'aquesta forma, al finalitzar el procés de determinació de les contingències s'obté un resultat numèric que elimina ambigüitats i possibles confusions, incrementant la capacitat d'ordenació lògica i sistemàtica de les possibles actuacions a desenvolupar a partir del mateix.

Partint de diverses fons bibliogràfiques consultades, s'ha dissenyat la següent taula de riscos potencials d'avaluació:

CONTACTE	Contacte amb corrent elèctrica, foc, temperatura o substàncies perilloses - sense especificar
	Contacte indirecte amb un arc elèctric, llamp (passiu)
	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica al cos / Contactes elèctrics
	Contacte amb flames directes o objectes o entorns - elevada temperatura o en flames / Contactes tèrmics / Explosions / Incendis
	Contacte amb objectes o entorns - freds o gelats
	Contacte amb substàncies perilloses nocives (càustiques i/o corrosives) a través del nas, la boca o per inhalació o ingestió
	Contacte amb substàncies perilloses sobre o a través de la pell i dels ulls
	Contacte amb substàncies perilloses a través del sistema digestiu: empassant o menjant
	Altres tipus de contactes no mencionats anteriorment
	Contacte amb "agent material" tallant, punxant (clau o eina esmolada), dur, rugós, sense especificar
	Contacte amb un "agent material" tallant (ganivet o fulla)
	Contacte amb un "agent material" punxant (clau o eina esmolada)
	Contacte amb un "agent material" que esgarrapi (ratllador, paper de vidre, taulell no raspallat, etc.)
	Altres tipus de contacte amb un "agent material" no mencionat anteriorment
	Cops, puntades, cops de cap, escanyament
OFEGAMENT, SEPULTACIÓ, RODEIG	Ofegament (asfíxia), quedar sepultat, quedar embolicat (quedar rodejat), sense especificar
	Altres tipus no mencionats anteriorment
AIXAFAMENTS	Aixafament sobre o contra un objecte immòbil (treballador en moviment vertical o horitzontal), sense especificar
	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda
	Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopegada o d'un xoc contra un objecte immòbil
	Altres tipus d'aixafament no mencionats anteriorment
XOCS O COPS	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb objecte sense especificar
	Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat
	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn
	Xoc o cop amb un objecte en balanceig
	Xoc o cop contra un objecte en moviment (inclosos els vehicles) / Atropellaments, xoc o cop amb o contra vehicles
	Col·lisió amb un objecte (inclosos vehicles) o persones (treballador en moviment)
	Cop de mar
	Altres tipus de xoc o cops no mencionats anteriorment
ATRAPAMENTS	Quedar atrapat, ser aixafat, patir una amputació, sense especificar
	Quedar atrapat, ser aixafat, en
	Quedar atrapat, ser aixafat o atropellat, sota

	Quedar atrapat, ser aixafat, entre
	Amputació, seccionament d'un membre, una mà o un dit
	Altres tipus d'atrapaments no mencionats anteriorment
SOBRESFORÇ, EXPOSICIÓ I TRAUMA	Sobreesforç físic, trauma psíquic, exposició a radiacions, soroll, llum o pressió, sense especificar
	Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic
	Altres tipus de sobreesforços no mencionats anteriorment
MOSSEGADES	Mossegades, puntades, etc. (d'animals o persones), sense especificar
	Mossegada
	Picada d'insecte, peix
	Altres tipus de mossegada no mencionada anteriorment
CAUSES NATURALS	Infart, vessaments cerebrals, embòlies i altres patologies no traumàtiques
TRÀNSIT	Accidents de trànsit
ALTRES	Altres lesions no codificades a la classificació
CAP INFORMACIÓ	Cap informació

Taula 5.2.\_ Classificació del tipus de risc

Indicar que la relació detallada que apareix a la darrera taula (5.2) no reflecteix tots els riscos possibles. Com és lògic, s'han exclòs els que aporten una escassa incidència estadística per focalitzar l'objecte d'estudi. En qualsevol cas, són de lliure consulta i referència les taules de riscos proposades tant per la Generalitat com per altres entitats, els informes dels quals inclouen una relació de les diferents contingències amb el nombre d'accidents causats, a banda d'una anàlisi en relació als diversos sectors econòmics.

### 5.2.1. PROBABILITAT (P)

La probabilitat és la magnitud que ens permet expressar quantitativament la possibilitat de manifestació de qualsevol contingència en unes determinades condicions temporals i espacials. Per tant, és la probabilitat de què determinats factors de risc es materialitzin en danys efectius.

La hipòtesi d'un succés pot ser establerta en termes precisos en funció de l'esdeveniment inicial que la genera i dels següents esdeveniments desencadenats. En aquest sentit, l'expectativa de l'accident serà més complexa de determinar quant més llarga sigui la cadena causal, doncs requerirà conèixer tots els successos que hi intervenen i les seves probabilitats per tal d'efectuar el càlcul matemàtic corresponent, en base a la fórmula plantejada.

Per una altra banda, es posen de manifest diverses tipologies de riscos que es poden denominar "convencionals", en els que la presència de determinades deficiències eleva el grau de probabilitat de materialització de l'accident. És en aquestes circumstàncies que la metodologia presentada en aquesta Nota Tècnica desenvolupa la seva efectivitat quant a l'avaluació de les contingències.

S'ha de significar que quan es tracten els accidents laborals i, en concret, la seva probabilitat, s'ha de dotar d'una especial rellevància a l'exposició de les persones al risc. Aquest concepte es desglossa en quatre variables:

- ▲ Nivell d'exposició (NE)
- ▲ Nivell de deficiència (ND)
- ▲ Nivell particular (NP)
- ▲ Coeficient de ponderació de la probabilitat ( $c_{pP}$ )

Aquestes variables, de forma combinada, conformen una definició de P, que pot expressar-se a través de l'expressió següent:

$$P = NE * ND * NP * c_{pP}$$

La probabilitat (P), doncs, s'entén com a la combinació del nivell d'exposició (NE), del nivell de deficiència (ND) i del nivell personal (NP) i s'expressa mitjançant un número concret derivat d'un procés d'argumentació matemàtica de tipus lògic que incorpora l'aplicació d'un coeficient de ponderació ( $c_{pP}$ ), que relaciona el tipus de risc amb la seva causalitat directa a partir d'un anàlisi històric estadístic.

### 5.2.1.1. NIVELL D'EXPOSICIÓ (NE)

El nivell d'exposició (NE) és una mesura de la regularitat amb què es presenta el risc, les vegades en que aquest es posa de manifest en un temps concret i en unes circumstàncies estables. És el component temporal capaç de relacionar el temps i la freqüència que un treballador s'exposa a un risc o a una contingència determinada (el període d'exposició total del treballador enfront el risc).

Es considera, doncs, una mesura combinada del temps en què es manifesta el risc, juntament amb el temps en què durant aquesta manifestació el treballador està exposat a ell, ja que, al llarg de la jornada laboral, el treballador pot estar exposat al risc en moments concrets (no tota la durada de la mateixa). Pot valorar-se a partir de dades concretes, com el temps de permanència del treballador a l'àrea de producció o com les actuacions delimitades amb maquinària, per exemple.

Aquest component s'obté del producte matemàtic derivat de la variable del temps d'exposició per un coeficient de ponderació. La seva expressió matemàtica seria la següent:

$$NE = t * C_{pNE}$$

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) * C_{pNE}$$

La referència temporal respon al quocient format pel temps d'exposició ( $t_{\text{exposició}}$ ) o permanència d'un treballador davant d'un risc concret i la durada de la seva jornada laboral ( $t_{\text{jornada}}$ ) o temps total en què romandrà en el mateix entorn. Aquesta relació temporal retorna un valor expressat en hores i en fraccions d'unitat que permet el desenvolupament posterior de la expressió matemàtica global exposada inicialment:

$$t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}$$

Aquest quocient temporal mantindrà la proporcionalitat entre les hores en què el treballador està efectivament exposat al risc amb el global de la jornada, independentment del número d'hores que resultin.

A banda, s'ha de significar la intervenció d'un coeficient de ponderació adimensional ( $C_{pNE}$ ) que permet ajustar el quocient temporal ( $t$ ) i relacionar el còmput d'hores treballades amb la probabilitat real de què es materialitzi l'eventualitat, es a dir, l'accident. D'aquesta forma, el valor que pren la probabilitat de què succeeixi un accident a la primera hora de la jornada laboral no coincideix amb el de la darrera, doncs intervenen factors diferencials que condicionen el nivell efectiu d'atenció i percepció que hom pot tenir enfront d'un risc.



Aquesta variable o coeficient de ponderació es denominarà “factor de cansament” (fatiga acumulada pel treballador durant una jornada laboral) i s'expressarà a partir del coeficient que relaciona la probabilitat de què es concreti un accident amb el temps transcorregut de la jornada laboral. El producte resultant permetrà, a banda d'estimar l'element del cansament, ajustar la freqüència del risc en funció d'un període determinat i en unes condicions constants d'entorn global.

Desenvolupant la variable corresponent al factor de ponderació, s'ha realitzat un estudi de diferents accidents en funció de les hores transcorregudes de la jornada laboral, aïllant la casuística concreta en base a aquests termes. L'anàlisi considera que l'horari de treball a nivell estadístic ( $c_{pNE}$ ) és adimensional i pot relacionar el número total d'hores treballades amb la probabilitat real de patir un accident. Les referències s'han extret de la taula hora de treball que s'adjunta a l'Annex A3 del present treball.

A partir d'aquesta observació, s'han determinat tres possibles circumstàncies que condicionen la concreció del coeficient de ponderació del nivell d'exposició ( $c_{pNE}$ ):

- ▲ les hores d'exposició han de ser contínues i fixes, es a dir, conegudes;
- ▲ el temps d'exposició s'ha de produir en hores discontinues, però fixes i conegudes;
- ▲ el temps d'exposició pot ser variable, es a dir, desconegut a priori tant pel que fa a la seva duració com a la seva materialització.

A la següent taula es relaciona la casuística de les situacions plantejades amb un rati d'horari laboral ascendent:

HORA DE FEINA	ACCIDENTS/HORA	ACCIDENTS TOTALS	RATI	MITJA
1a.	25.461	250.324	0,10171	0,10171
2a.	43.487	250.324	0,17372	0,13772
3a.	40.135	250.324	0,16033	0,14526
4a.	37.100	250.324	0,14821	0,14599
5a.	22.692	250.324	0,09065	0,13493
6a.	23.302	250.324	0,09309	0,12795
7a.	23.928	250.324	0,09559	0,12333
8a.	16.171	250.324	0,06460	0,11599
9a.	4.236	250.324	0,01692	0,10498

10a.	5.122	250.324	0,02046	0,09653
11a.	4.175	250.324	0,01668	0,08927
12a.	4.068	250.324	0,01625	0,08318

Taula 5.3.\_ Taula per a l'obtenció del  $c_{pNE}$ . Elaboració pròpia amb dades de l'INSHT

Cal observar que les variables temporals tenen en compte l'instant en què es produeix l'accident (hora concreta del dia i de la jornada laboral) i es representen en nombres enters. No s'han considerat les dades a partir de la 13<sup>a</sup> hora, per entendre que l'horari laboral a partir de les 12 hores no s'ajusta a les circumstàncies més o menys habituals de treball.

En base a les dades proposades, es poden projectar exemples pràctics de càlcul del coeficient de ponderació en cadascuna de les situacions relacionades:

- 1) Si les hores d'exposició són **continues, fixes i conegudes**, el coeficient serà el rati associat a l'hora de feina:

$$t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 4h / 8h = 0,5h \text{ (suposem que són les 4 primeres hores)}$$

$$c_{pNE} = \sum_{i=1}^n \text{rati}_i$$

$$c_{pNE} [1-4] = 0,10171 + 0,17372 + 0,16033 + 0,14821 = \boxed{0,58397}$$

- 2) Quan les hores d'exposició són **discontinues, fixes però conegudes**, el coeficient serà el sumatori del rati corresponent a les hores:

$$t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 3h / 8h = 0,375h$$

$$c_{pNE} = \sum_{i=1}^n \text{rati}_i$$

$$c_{pNE} [3,5,7] = 0,16033 + 0,09065 + 0,09559 = \boxed{0,34657}$$

- 3) Si les hores d'exposició **no es coneixen ni es sap si seran fixes ni continues**, el coeficient equivaldrà al producte de la mitjana per de les hores d'exposició efectiva. Utilitzarem la mitjana per 'equilibrar el valor de les hores d'exposició, doncs és el més aproximat al valor real teòric.

$$t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 2h / 8h = 0,25h$$

$$C_{pNE} = \bar{X} * t_{\text{exposició}}$$

$$C_{pNE} [?] = 0,13772 * 2h = \boxed{0,58397}$$

Si:

$$t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 12h / 8h = 1,5h$$

$$C_{pNE} = \bar{X} * t_{\text{exposició}}$$

$$C_{pNE} [?] = 0,08318 * 12h = \boxed{0,99816}$$

### 5.2.1.2. NIVELL DE DEFICIÈNCIA (ND)

El nivell de deficiència és un valor que conforma conjuntament amb d'altres el concepte de probabilitat. Es tracta d'una magnitud resultant de la vinculació esperada entre un conjunt de factors que poden incidir directament en el risc i la seva relació causal directa amb la possibilitat efectiva de materialització d'un accident. En altres paraules, el nivell de deficiència es pot considerar com la vinculació/relació esperable entre el conjunt de factors de contingències considerades i la seva vinculació original amb l'eventualitat.

Com a component de la noció de probabilitat, el nivell de deficiència proporciona informació sobre les mancances organitzatives i de seguretat del lloc de treball. En aquests sentit, s'ha de tenir en compte que la presència d'elements de risc propis del medi natural s'agreuja si les condicions de l'emplaçament on es desenvolupa l'activitat laboral no estan en bones condicions. Verifica per controlar les possibles deficiències als llocs de treball, es a dir, es la magnitud de la vinculació esperable entre el conjunt de factors de risc considerats i la seva relació causal directa amb el possible accident.

La magnitud del nivell de deficiència s'expressa a través d'un valor numèric adimensional que retorna una estimació concreta per a cada grau de deficiència, el càlcul del qual és el resultat del sumatori de una relació de valoracions que mesuren les carències de l'entorn que envolta al treballador i dels instruments emprats en el desenvolupament de la tasca.

De la classificació de la proposta metodològica que es pren com a referència en aquest estudi, s'ha descartat el conjunt de referències que suposaven el 40% del nivell de deficiència, al considerar que tant les Epi's com les mesures col·lectives fan referència directa a la salvaguarda del treballador i, per tant, a les seves conseqüències. Seguint aquest raonament, seria incoherent incloure aquest factor en la noció de nivell de deficiència que conforma la variable de probabilitat, doncs aquesta fa referència evident a la prevenció, no a la protecció.

A la taula 5.4. que s'exposa a continuació es pot apreciar la diferent ponderació de les agrupacions que la conformen en el global de la valoració final. Aquests elements han estat sospesats en funció de la seva relació directa amb la possibilitat de materialització de l'accident, seguint els criteris fixats per l'INSHT en la Nota Tècnica de Prevenció 330 (NTP330) i relacionades (NTP324 y NTP325). Analitzant la taula podrem apreciar que no tots els blocs tenen el mateix pes en la valoració final. Aquests han estat ponderats en funció de la seva relació directa amb la possibilitat d'accident, seguint els criteris de l'INSHT

en la Nota Tècnica mencionada anteriorment. Així es determina el nivell de deficiència amb el valor més elevat per a nivells molt deficients (factors de risc significatius que determinen com a molt possible la generació d'errades) i el valor igual a 0 al nivell de deficiència acceptable, on no s'aprecia anomalia destacable (a priori no es valora).

Prenent com a referència, doncs, un pes específic del 100% del nivell de deficiència (ND), cadascun dels apartats té una incidència concreta:

- ▲ Agents materials (40%):
  - Instal·lacions (20%)
  - Objectes, eines, mitjans auxiliars, aparells, equips i màquines (20%)
- ▲ Entorn ambiental (60%):
  - Ambient (40%):
    - Agents físics (30%):
      - . Il·luminació (10%)
      - . Soroll (10%)
      - . Vibracions (10%)
    - Temperatura (5%)
    - Ventilació (5%)
  - Lloc de treball (20%):
    - Neteja i ordre (10%)
    - Accessibilitat i espai de treball (5%)
    - Condicions de treball, previstes o existents (5%)

En conseqüència, la classificació obtinguda a partir dels valors numèrics utilitzats es pot relacionar tal i com es reflexa en la següent taula:

					ND
AGENTS MATERIALS	INSTAL·LACIONS			Properes i accessibles	0.20
				Llunyanes i protegides	0.10
	OBJECTES, EINES, MITJANS AUXILIARS, APARELLS, EQUIPS I MÀQUINES			No conservades i no adequades	0.20
				No conservades i adequades	0.15
				Conservades i adequades	0.05
ENTORN AMBIENTAL	AMBIENT	AGENTS FÍSICS	IL·LUMINACIÓ	II·luminació insuficient	0.10
			II.luminació suficient (mín. 20lux)	0.05	
		SOROLL	Soroll inacceptable	0.10	

				Soroll acceptable	0.05
			VIBRACIONS	Vibracions	0.10
				No vibracions	0.05
		TEMPERATURA		Temperatura inadequada	0.05
				Temperatura adequada	0.02
		VENTILACIÓ		Ventilació insuficient	0.05
				Ventilació suficient	0.02
	LLOC DE TREBALL	NETEJA I ORDRE		Brut i desendreçat	0.10
				Brut, però recollit	0.07
				Net i recollit	0.05
		ACCESSIBILITAT I ESPAI DE TREBALL		No practicable e insuficient	0.05
				Limitada, però suficient	0.04
				Practicable i suficient	0.02
		CONDICIONS DE TREBALL existents o previstes		Superfície irregular i inestable	0.05
				Superfície irregular, però estable	0.04
				Superfície regular, uniforme i estable	0.02

Taula 5.4.\_ Taula per la determinació del nivell de deficiència, ND.

Cal tenir un coneixement profund de cadascuna de les variables (màquines, equips, instal·lació o procés) que es pretén avaluar ja que aquesta relació de factors de risc defineixen en part la situació de risc, que és factible que es doni o que es trobi, per exemple, en la màquina, instal·lació o procés a avaluar. El coneixement individualitzat de cadascun dels factors de risc que defineixen la situació de risc i el seu tractament global ens permetran conèixer el nivell de risc existent, encara que sigui orientativament, i, consegüentment, ens facilitarà l'avaluació del risc per la implantació de les mesures preventives pertinents.

Evidentment, per a la identificació de situacions específiques de risc en màquines concretes es precisaria la valoració de qüestions específiques en les que es contemplassin les singularitats de cada màquina, les peculiaritats de les diferents operacions que en una mateixa màquina es poguessin realitzar, així com dels mètodes de treball a seguir per a la correcta execució d'aquestes operacions. Amb això s'identificarien les situacions de risc pròpies i específiques en cada cas. Destaquem les màquines donada la seva elevada incidència en l'accidentabilitat, podent-se qualificar de preocupant en la distribució d'accidents greus.

### 5.2.1.3. NIVELL PARTICULAR (NP)

Definim el nivell particular com el conjunt de variables personals i empresarials del treballador.

Descartem el sexe ja que en el cas de la construcció, majoritàriament masculí, no aporta rellevància a la metodologia (el sector de la construcció es caracteritza per un percentatge d'ocupació en homes molt superior al de les dones).

De la mateixa manera, descartem la qualificació, donat que es un sector en el que originàriament l'experiència suposava la especialització (resultaria irreal incloure aquesta variable per a definir les característiques personals dels treballadors). A més a més, la freqüència més elevada amb molta diferència es dona en dos grups molt ben distingits: majoritàriament els accidents es produeixen en peons i oficials per sobre del 90%, sent molt minoritària la freqüència d'accidents d'ajudants, enginyers, administratius, etc., segons dades del MTAS.

Cal mencionar la importància de la formació donada a que aquesta ha d'impartir-se en funció de les necessitats de la persona que les rep. Considerem que es important aquest aspecte pels canvis que es produeixen constantment en la seguretat laboral degut a les noves tecnologies de producció, entre d'altres. La subcontractació i la inestabilitat laboral del sector no faciliten la seguretat laboral.

S'utilitzen trams d'edat coincidents amb els utilitzats per l'Institut Nacional d'Estadística per a la elaboració de la Enquesta de Població Activa. S'han endreçat els trams en funció de la freqüència d'accidentabilitat segons taula d'elaboració pròpia amb dades del Ministeri de treball i Assumptes socials. Obtenim una relació d'edats que s'inicia amb els 16 anys i acaba en 64, establint una sèrie de trams d'edat coincidents amb els utilitzats per l'Institut Nacional D'Estadística (INE), per a l'elaboració de la EPA (Enquesta de Població Activa).

Pel que fa al tipus de contracte del treballador, analitzant l'accidentabilitat del sector s'observa que juga un paper molt important ja que el tipus de contracte mes representatiu dels treballadors del sector accidentat és el contracte temporal (aproximadament el 80% dels treballadors accidentats), seguit de molt lluny pel contracte indefinit o eventual. Descartem aquesta variable també per la poca informació que aporta de cara a l'avaluació de riscos.

Pel que fa a l'antiguitat, és important destacar que més del 80% dels accidentats corresponen a treballadors amb antiguitat inferior a 3 anys, conseqüència lògica de l'elevat percentatge (més del 80%) de treballadors amb contracte temporal. Sens dubte, cal remarcar que més d'un terç dels treballadors accidentats en el sector de la construcció tenien una antiguitat en l'empresa inferior a 3 mesos.

En relació a la plantilla de l'empresa, és significativa la seva menció ja que les empreses amb menys de 25 treballadors són les que presenten major freqüència d'accidents en el sector (percentatge superior al 50%).

100%			NP	
VARIABLES PERSONALS	EDAT	30%	De 30-39 anys	0.30
			De 40-49 anys	0.25
			De 20-24 anys	0.20
			De 25-26 anys	0.15
			De 50-59 anys	0.10
			De 16-19 anys	0.05
			De 60-65 anys	0.03
VARIABLES EMPRESARIALS	ANTIGUETAT	20%	De 0 a 6 mesos	0.20
			De 6 mesos i un dia a 1 any	0.15
			De 1 any i un dia a 3 anys	0.10
			De 3 anys i un dia a 10 anys	0.05
			Més de 10 anys	0.03
	PLANTILLA	20%	De 0-10 treballadors	0.20
			De 11-25 treballadors	0.15
			De 26-50 treballadors	0.10
			De 51-100 treballadors	0.05
			Més de 100 treballadors	0.03
	VOLUM FEINA RITME TREBALL	10%	Intens de forma constant	0.10
			Normal amb excés puntual	0.07
			Normal	0.05
	PLUS MAQUINÀRIA, EQUIPS I EINES	10%	Constant	0.10
			Freqüent	0.07
			Puntual	0.05
	FORMACIÓ I INFORMACIÓ	10%	Insuficient	0.10
			Adequada	0.05

Taula 5.5.\_ Taula Nivell particular (elaboració pròpia)



#### 5.2.1.4. COEFICIENT DE PONDERACIÓ DE LA PROBABILITAT (CpP)

El coeficient de ponderació de la probabilitat és també un factor adimensional que relaciona el tipus de contingència amb la hipòtesis d'ocurrència d'un accident. Aquesta variable s'obté per anàlisi estadístic, de forma que es relaciona el número d'eventualitats totals d'un risc específic amb el número d'accidents totals en el període d'un any.

El coeficient de ponderació ( $c_{pP}$ ), en aquest cas, resulta de la proporció de materialització de cada risc en relació al total de riscos i accidents efectivament concretats, sense diferenciar el nivell de gravetat dels mateixos. Aquest criteri permet associar una magnitud de probabilitat més acurada per a cada tipus de risc (els valors d'aquest factor s'extreuen de la taula adjunta a l'Annex A3 del present treball).

L'expressió matemàtica que pot extreure-se'n es defineix de la següent forma:

$$c_{pP} = \text{n}^{\circ} \text{ d'accidents totals de risc específic} / \text{n}^{\circ} \text{ d'accidents totals}$$

Els diversos resultats de l'aplicació d'aquest quocient es poden sistematitzar, tal i com s'observa a la següent taula:

	TIPUS DE RISC	CpP	Nº accidents	Total accidents
CONTACTE	Contacte amb corrent elèctrica, foc, temperatura o substàncies perilloses - sense especificar	0.00110	275	250.324
	Contacte indirecte amb un arc elèctric, llamp (passiu)	0.00105	263	
	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica al cos / Contactes elèctrics	0.00173	432	
	Contacte amb flames directes o objectes o entorns - elevada temperatura o en flames / Contactes tèrmics / Explosions / Incendis	0.00469	1.175	
	Contacte amb objectes o entorns - freds o gelats	0.00072	180	
	Contacte amb substàncies perilloses nocives (càustiques i/o corrosives) a través del nas, la boca o per inhalació o ingestió	0.00090	226	
	Contacte amb substàncies perilloses sobre o a través de la pell i dels ulls	0.01542	3.861	
	Contacte amb substàncies perilloses a través del sistema digestiu: empassant o menjant	0.00012	30	
	Altres tipus de contactes no mencionats anteriorment	0.00604	1.511	
	Contacte amb "agent material" tallant, punxant (clau o eina esmolada), dur, rugós, sense especificar	0.01821	4.559	
	Contacte amb un "agent material" tallant (ganivet o fulla)	0.04559	11.412	

	Contacte amb un "agent material" punxant (clau o eina esmolada)	0.02008	5.027
	Contacte amb un "agent material" que esgarrapi (ratllador, paper de vidre, taulell no raspallat, etc.)	0.01065	2.667
	Altres tipus de contacte amb un "agent material" no mencionat anteriorment	0.03132	7.839
	Cops, puntades (puntades), cops de cap, escanyament	0.00398	997
OFEGAMENT, SEPULTACIÓ, RODEIG	Ofegament (asfíxia), quedar sepultat, quedar embolicat (quedar rodejat), sense especificar	0.00392	982
	Altres tipus no mencionats anteriorment	0.00116	291
AIXAFAMENTS	Aixafament sobre o contra un objecte immòbil (treballador en moviment vertical o horitzontal), sense especificar	0.00690	1.726
	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0.12653	31.674
	Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopagada o d'un xoc contra un objecte immòbil	0.09207	23.048
	Altres tipus d'aixafament no mencionats anteriorment	0.02493	6.240
XOCS O COPS	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb objecte sense especificar	0.01087	2.721
	Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.03211	8.039
	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.07463	18.682
	Xoc o cop amb un objecte en balanceig	0.01936	4.846
	Xoc o cop contra un objecte en moviment (inclosos els vehicles) / Atropellaments, xoc o cop amb o contra vehicles	0.01121	2.807
	Col·lisió amb un objecte (inclosos vehicles) o persones (treballador en moviment)	0.01272	3.184
	Cop de mar	0.00006	16
	Altres tipus de xoc o cops no mencionats anteriorment	0.01656	4.145
ATRAPAMENTS	Quedar atrapat, ser aixafat, patir una amputació, sense especificar	0.00027	67
	Quedar atrapat, ser aixafat, en	0.00458	1.147
	Quedar atrapat, ser aixafat o atropellat, sota	0.00501	1.255
	Quedar atrapat, ser aixafat, entre	0.01078	2.698
	Amputació, seccionament d'un membre, una mà o un dit	0.00048	121
	Altres tipus d'atrapaments no mencionats anteriorment	0.00420	1.051
SOBREESFORÇ, EXPOSICIÓ I TRAUMA	Sobreesforç físic, trauma psíquic, exposició a radiacions, soroll, llum o pressió, sense especificar	0.00461	1.154
	Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.32198	80.600

	Altres tipus de sobreexforços no mencionats anteriorment	0.00622	1.557	
MOSSEGADES	Mossegades, puntades, etc. (d'animals o persones), sense especificar	0.00002	5	
	Mossegada	0.00023	58	
	Picada d'insecte, peix	0.00057	142	
	Altres tipus de mossegada no mencionada anteriorment	0.00059	148	
CAUSES NATURALS	Infart, vessaments cerebrals, embòlies i altres patologies no traumàtiques	0.00113	282	
TRÀNSIT	Accidents de trànsit	0.01234	3.089	
ALTRES	Altres lesions no codificades a la classificació	0.01405	3.518	
CAP INFORMACIÓ	Cap informació	0.01709	4.277	

Taula 5.6.\_ Classificació del risc en funció de la probabilitat

### 5.2.2. CONSEQÜÈNCIES (C)

El concepte de conseqüències (C) que es pren en consideració en el present estudi correspon al conjunt de danys soferts pel treballador en cas de patir un accident (les lesions físiques o psíquiques demostrables). És, doncs, el resultat necessari d'un fet (en aquest cas, un accident), la magnitud dels danys.

També podem considerar-ho com el producte de la combinació del nivell de conseqüències (NC) i d'un coeficient de ponderació ( $c_{pC}$ ). Aquest darrer vincula la gravetat de les conseqüències amb la seva probabilitat d'evidenciar-se en aquella dificultat concreta, prenent com a referència la tipologia del risc i la lesió provocada. El producte d'ambdós factors és directament proporcional a la gravetat de les conseqüències en funció de la classificació del risc.

Si s'identifica el concepte "conseqüències" amb el concepte de "danys soferts", es pot considerar C com el conjunt de lesions patides pel treballador segons l'expressió:

$$C = NC * c_{pC}$$

Aquesta equivalència estableix que les conseqüències són el resultat del producte del nivell de les conseqüències i un factor de ponderació de les mateixes. Es una magnitud expressada com un número real i adimensional, que creix o decreix de forma lògica i ordenada, sense capacitat d'ésser interpretada de manera ambigua o confusa.

A continuació, s'identifiquen de forma sistematitzada els tipus de lesions més freqüents, segons l'Annex I de l'informe esmentat anteriorment que es troba a l'Annex A3 del treball:

Mort
Infarts, vessaments cerebrals i altres patologies no traumàtiques
Amputacions traumàtiques (pèrdua de parts del cos)
Lesions múltiples
Fractures obertes
Commocions i lesions intra-cranials
Asfíxies
Altres tipus d'ofegaments i asfíxies
Fractures d'ossos
Efectes de la radiació no tèrmica (raigs X, substàncies radioactives)
Altres tipus de fractures d'ossos
Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc...)

Fractures tancades
Trauma psíquic, xoc traumàtic
Ofegaments
Cremades i escaldaments (tèrmics)
Altres tipus de cremades, escaldaments i congelació
Cremades, escaldaments i congelació
Altres tipus d'enverinaments i infeccions
Altres tipus de commocions i lesions internes
Lesions internes
Danys psicològics degut a agressions i amenaces
Commocions i lesions internes
Cremades químiques (corrosió)
Tipus de lesió desconeguda o sense especificar
Ferides obertes
Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació
Dislocacions i subluxacions
Dislocacions, esquinços i torçades
Altres tipus de ferides i lesions superficials
Altres tipus de dislocacions, esquinços i torçades
Lesions superficials, cossos estranys als ulls
Esquinços i torçades
Ferides i lesions superficials
Ofegaments i submersions no mortals
Congelació
Altres tipus de xocs (desastres naturals, xoc anafilàctic)
Enverinaments aguts
Infeccions agudes
Calor i insolacions
Efectes de les baixes temperatures
Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació
Efectes del soroll, la vibració i la pressió
Pèrdues auditives agudes
Efectes de la pressió (barograma/barotrauma)
Enverinaments i infeccions
Altres tipus de soroll, la vibració i la pressió
Efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació

Taula 5.7.\_ Classificació del Tipus de Lesió

En el següent apartat es desenvoluparà l'argumentació necessària per a la interpretació d'aquesta classificació qualitativa des d'una òptica quantitativa.

### 5.2.2.1. NIVELL DE CONSEQÜÈNCIES (NC)

El nivell de conseqüències (NC) expressa el grau del dany sofert per un treballador en funció d'un risc determinat. Aquesta variable es calcula relacionant els diversos accidents de treball que s'originen durant l'activitat professional amb la conseqüència efectiva de baixa laboral pel tipus de lesió ocasionada (anàlisi en base a la gravetat d'aquestes).

Així doncs, el nivell de conseqüències es pot considerar com a directament proporcional a la gravetat dels danys soferts en un accident laboral en funció a la classificació del risc.

Com en altres termes, aquesta magnitud s'expressa com un número real i adimensional que creix o decreix de forma lògica i ordenada, sense possibilitat d'ésser interpretada de manera ambigua o confusa.

Per una altra banda, l'anàlisi precís i reiterat de cadascuna de les lesions més freqüents esdevingudes, classificades segons la seva gravetat, permet la derivació dels criteris de ponderació. En aquest sentit, per exemple, no es pot equiparar una ferida superficial amb una fractura oberta (entenent, lògicament, que la fractura oberta té un grau de gravetat superior).

La classificació de les conseqüències per ordre de magnitud que es relaciona en la taula que s'exposarà a continuació es sistematitza a través de l'estudi de la incidència/gravetat de les lesions. D'aquesta forma, de cadascuna de les lesions esmentades se'n deriva el sumatori dels accidents greus i mortals que es corresponen, classificant-se de forma decreixent. Cal significar que s'han obviat els accidents lleus, donada la seva incidència per quantitat en el resultat final, desvirtuant el criteri de gravetat.

L'expressió matemàtica que se'n pot extreure és la següent:

$$\text{SUMATORI LESIÓ "X"} = \text{LESIÓ GREUS} + \text{LESIÓ MORTALS}$$

I el resultat de l'equació retorna els següents resultats:

TIPUS DE LESIÓ	NC
Mort	100
Infarts, vessaments cerebrals i altres patologies no traumàtiques	91
Amputacions traumàtiques (pèrdua de parts del cos)	80
Lesions múltiples	77

Fractures obertes	73
Commocions i lesions intra-cranials	73
Asfíxies	68
Altres tipus d'ofegaments i asfíxies	67
Fractures d'ossos	67
Efectes de la radiació no tèrmica (raigs X, substàncies radioactives)	65
Altres tipus de fractures d'ossos	65
Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc...)	64
Fractures tancades	63
Trauma psíquic, xoc traumàtic	62
Ofegaments	61
Cremades i escaldaments (tèrmics)	61
Altres tipus de cremades, escaldaments i congelació	60
Cremades, escaldaments i congelació	60
Altres tipus d'enverinaments i infeccions	59
Altres tipus de commocions i lesions internes	59
Lesions internes	59
Danys psicològics degut a agressions i amenaces	58
Commocions i lesions internes	58
Cremades químiques (corrosió)	52
Tipus de lesió desconeguda o sense especificar	51
Ferides obertes	51
Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	51
Dislocacions i subluxacions	1
Dislocacions, esquinços i torçades	1
Altres tipus de ferides i lesions superficials	1
Altres tipus de dislocacions, esquinços i torçades	1
Lesions superficials, cossos estranys als ulls	1
Esquinços i torçades	1
Ferides i lesions superficials	1
Ofegaments i submersions no mortals	1
Congelació	1
Altres tipus de xocs (desastres naturals, xoc anafilàctic)	1
Enverinaments aguts	1
Infeccions agudes	1
Calor i insolacions	1
Efectes de les baixes temperatures	1
Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	1
Efectes del soroll, la vibració i la pressió	1
Pèrdues auditives agudes	1
Efectes de la pressió (barograma/barotrauma)	1

Enverinaments i infeccions	1
Altres tipus de soroll, la vibració i la pressió	1
Efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	1

Taula 5.8\_ Anàlisi de la gravetat de les lesions

Òbviament, la mort representa el resultat més advers en la classificació de les conseqüències per ordre de gravetat, assignant-se el màxim valor ("Mort" = 100). A partir d'aquesta categoria, els següents valors s'atorguen de manera subjectiva, mantenint una relació de proporcionalitat en la valoració de la gravetat de cadascuna de les lesions.

$$NC \text{ "X"} = [(LESIÓ \text{ GREUS} + LESIÓ \text{ MORTALS}) * \text{coeficient}] / \text{SUMATORI LESIÓ "X"}$$

D'aquesta manera s'obté un valor numèric quantitatiu que determina la magnitud del nivell de conseqüències.



### 5.2.2.2. COEFICIENT DE PONDERACIÓ DE LES CONSEQÜÈNCIES ( $C_{pC}$ )

El coeficient de ponderació de les conseqüències ( $c_{pC}$ ) és un multiplicador adimensional que relaciona la conseqüència soferta per un esdeveniment concret amb una classificació detallada i conformada en funció de la seva gravetat, tenint en compte en la mateixa equació la vinculació d'aquesta ordenació amb el risc. Aquest coeficient, doncs, connecta la magnitud d'un dany concret amb la gravetat del risc que el causa.

El factor de ponderació ( $c_{pC}$ ) s'identifica, així, a través d'un resultat numèric que avalua, per a una contingència determinada, la relació existent entre la gravetat de la possible lesió i la seva probabilitat d'efectiva ocurrencia partint del mateix grau de gravetat.

Per tal d'obtenir aquest valor, es requereix la sistematització de les conseqüències en dos blocs, en base a la dimensió de la seva gravetat, classificació que s'exposa a continuació:

TIPUS DE LESIÓ	NC	
Mort	100	Grup A
Infarts, vessaments cerebrals i altres patologies no traumàtiques	91	
Amputacions traumàtiques (pèrdua de parts del cos)	80	Grup B
Lesions múltiples	77	
Fractures obertes	73	
Commocions i lesions intra-cranials	73	
Asfíxies	68	
Altres tipus d'ofegaments i asfíxies	67	
Fractures d'ossos	67	
Efectes de la radiació no tèrmica (raigs X, substàncies radioactives)	65	
Altres tipus de fractures d'ossos	65	
Xocs traumàtics (elèctric, provocat per un raig, etc...)	64	
Fractures tancades	63	
Trauma psíquic, xoc traumàtic	62	
Ofegaments	61	
Cremades i escaldaments (tèrmics)	61	
Altres tipus de cremades, escaldaments i congelació	60	
Cremades, escaldaments i congelació	60	
Altres tipus d'enverinaments i infeccions	59	
Altres tipus de commocions i lesions internes	59	
Lesions internes	59	
Danys psicològics degut a agressions i amenaces	58	
Commocions i lesions internes	58	

Cremades químiques (corrosió)	52	
Tipus de lesió desconeguda o sense especificar	51	
Ferides obertes	51	
Altres lesions especificades no incloses en aquesta classificació	51	
Dislocacions i subluxacions	1	Grup C
Dislocacions, esquinços i torçades	1	
Altres tipus de ferides i lesions superficials	1	
Altres tipus de dislocacions, esquinços i torçades	1	
Lesions superficials, cossos estranys als ulls	1	
Esquinços i torçades	1	
Ferides i lesions superficials	1	
Ofegaments i submersions no mortals	1	
Congelació	1	
Altres tipus de xocs (desastres naturals, xoc anafilàctic)	1	
Enverinaments aguts	1	
Infeccions agudes	1	
Calor i insolacions	1	
Efectes de les baixes temperatures	1	
Altres efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	1	
Efectes del soroll, la vibració i la pressió	1	
Pèrdues auditives agudes	1	
Efectes de la pressió (barotrauma)	1	
Enverinaments i infeccions	1	
Altres tipus de soroll, la vibració i la pressió	1	
Efectes de les temperatures extremes, la llum i la radiació	1	

Taula 5.9.\_ Anàlisi de la gravetat de les lesions

En base a l'anterior, es classifiquen els riscos en dues categories en funció de la lesió o gravetat de les conseqüències (grup A, B i C), per tal d'aconseguir relacionar-los amb les seves conseqüències, tenint en compte el nombre total d'accidents que ha ocasionat cada tipus de risc.

Matemàticament, podem expressar la distinció de les tres categories a través de dues equacions:

RISC "x" = n° accidents LLEUS del RISC "x"/n° TOTAL d'accidents del RISC "x" → C

RISC "x" = n° accidents GREUS del RISC "x"/n° TOTAL d'accidents del RISC "x" → B

RISC "x" = n° accidents MOLT GREUS del RISC "x"/n° TOTAL d'accidents del RISC "x" → A

La següent taula mostra els resultats obtinguts:

TIPUS DE RISC		GRUP A	GRUP B	GRUP C
CONTACTE	Contacte amb corrent elèctrica, foc, temperatura o substàncies perilloses - sense especificar	0.0000	0.0255	0.9745
	Contacte indirecte amb un arc elèctric, llamp (passiu)	0.0000	0.0266	0.9734
	Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica al cos / Contactes elèctrics	0.0208	0.0972	0.9028
	Contacte amb flames directes o objectes o entorns - elevada temperatura o en flames / Contactes tèrmics / Explosions / Incendis	0.0000	0.0255	0.9745
	Contacte amb objectes o entorns - freds o gelats	0.0000	0.0000	1.0000
	Contacte amb substàncies perilloses nocives (càustiques i/o corrosives) a través del nas, la boca o per inhalació o ingestió	0.0088	0.0354	0.9646
	Contacte amb substàncies perilloses sobre o a través de la pell i dels ulls	0.0000	0.0036	0.9964
	Contacte amb substàncies perilloses a través del sistema digestiu: empassant o menjant	0.0000	0.0333	0.9667
	Altres tipus de contactes no mencionats anteriorment	0.0000	0.0033	0.9967
	Contacte amb "agent material" tallant, punxant (clau o eina esmolada), dur, rugós, sense especificar	0.0000	0.0057	0.9943
	Contacte amb un "agent material" tallant (ganivet o fulla)	0.0003	0.0128	0.9872
	Contacte amb un "agent material" punxant (clau o eina esmolada)	0.0000	0.0095	0.9905
	Contacte amb un "agent material" que esgarrapi (ratllador, paper de vidre, taulell no raspallat, etc.)	0.0000	0.0030	0.9970
	Altres tipus de contacte amb un "agent material" no mencionat anteriorment	0.0000	0.0061	0.9939
	Cops, puntades (puntades), cops de cap, escanyament	0.0000	0.0090	0.9910
OFGAMENT, SEPULTACIÓ, RODEIG	Ofegament (asfíxia), quedar sepultat, quedar embolicat (quedar rodejat), sense especificar	0.0204	0.0346	0.9654
	Altres tipus no mencionats anteriorment	0.0000	0.0206	0.9794
AIXAFAMENTS	Aixafament sobre o contra un objecte immòbil (treballador en moviment vertical o horitzontal), sense especificar	0.0000	0.0098	0.9902
	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0.0028	0.0430	0.9570
	Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopegada o d'un xoc contra un objecte immòbil	0.0002	0.0064	0.9936
	Altres tipus d'aixafament no mencionats anteriorment	0.0000	0.0061	0.9939
XOCS O COPS	Xoc o cop contra un objecte en moviment, col·lisió amb objecte sense especificar	0.0000	0.0081	0.9919
	Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.0004	0.0100	0.9900
	Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.0006	0.0139	0.9861
	Xoc o cop amb un objecte en balanceig	0.0002	0.0058	0.9942
	Xoc o cop contra un objecte en moviment (inclosos els vehicles) / Atropellaments, xoc o cop amb o contra vehicles	0.0021	0.0175	0.9825

	Col·lisió amb un objecte (inclosos vehicles) o persones (treballador en moviment)	0.0000	0.0122	0.9878
	Cop de mar	0.0000	0.0000	1.0000
	Altres tipus de xoc o cops no mencionats anteriorment	0.0000	0.0135	0.9865
ATRAPAMENTS	Quedar atrapat, ser aixafat, patir una amputació, sense especificar	0.0000	0.0299	0.9701
	Quedar atrapat, ser aixafat, en	0.0017	0.0427	0.9573
	Quedar atrapat, ser aixafat o atropellat, sota	0.0255	0.0892	0.9108
	Quedar atrapat, ser aixafat, entre	0.0022	0.0267	0.9733
	Amputació, seccionament d'un membre, una mà o un dit	0.0000	0.1736	0.8264
	Altres tipus d'atrapaments no mencionats anteriorment	0.0000	0.0200	0.9800
SOBRESFORÇ, EXPOSICIÓ O TRAUMA	Sobreesforç físic, trauma psíquic, exposició a radiacions, soroll, llum o pressió, sense especificar	0.0000	0.0017	0.9983
	Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.0000	0.0009	0.9991
	Altres tipus de sobreesforços no mencionats anteriorment	0.0000	0.0032	0.9968
MOSSEGADES	Mossegades, puntades, etc. (d'animals o persones), sense especificar	0.0000	0.0000	1.0000
	Mossegada	0.0000	0.0000	1.0000
	Picada d'insecte, peix	0.0000	0.0000	1.0000
	Altres tipus de mossegada no mencionada anteriorment	0.0000	0.0135	0.9865
CAUSES NATURALS	Infart, vessaments cerebrals, embòlies i altres patologies no traumàtiques	0.2092	0.5213	0.4787
TRÀNSIT	Accidents de trànsit	0.0100	0.0398	0.9602
ALTRES	Altres lesions no codificades a la classificació	0.0000	0.0091	0.9909
CAP INFORMACIÓ	Cap informació	0.0000	0.079	0.9921

Taula 5.10.\_ Classificació del risc en funció de la probabilitat

## 6. EXEMPLE D'APLICACIÓ

En aquest apartat es desenvolupa un exemple teòric d'aplicació de la metodologia proposada, seguint passos de la guia d'aplicació que es troba definit en l'Annex d'aquest treball.

L'exposició del mateix es realitza aplicant una comparativa simultània amb la proposta anterior (s'utilitzaran les mateixes dades), amb l'objectiu de poder valorar l'evolució de la nova metodologia. Posteriorment, s'afegiran les alternatives que incorpora el nou plantejament presentat en el present estudi per tal d'obtenir el resultat pretès amb les modificacions desenvolupades.

### DADES

Risc = Caiguda en alçada

Temps de la jornada laboral = 8 hores

Temps d'exposició al risc = 4 hores

### FORMULACIÓ

$$R = P \times C$$

$$P = NE * ND * NP * C_{pP} \rightarrow NE = (t_{\text{exposició}}/t_{\text{jornada}}) * C_{pNE}$$

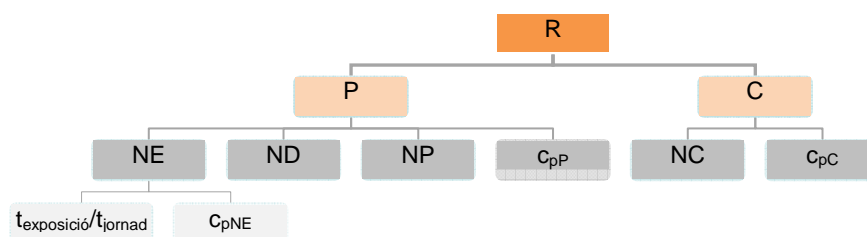
$$P = [(t_{\text{exposició}}/t_{\text{jornada}}) * C_{pNE}] * ND * NP * C_{pP}$$

$$C = NC * C_{pC}$$

$$R = P \times C = (NE * ND * NP * C_{pP}) * (NC * C_{pC})$$

$$R = \{[(t_{\text{exposició}}/t_{\text{jornada}}) * C_{pNE}] * ND * NP * C_{pP}\} \times \{NC * C_{pC}\}$$

Com ja s'ha exposat anteriorment a l'inici de l'exposició, la representació conceptual és la següent:



Gràfic 5.1.\_ Diagrama esquemàtic del risc segons l'actualització de la metodologia

## DESENVOLUPAMENT DE L'APLICACIÓ

### 1. Identificació del risc detectat:

Taula de Riscos	
Aixafament	Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda

Taula 5.2. Classificació del tipus de risc

### 2. Determinació dels valors que defineixen el nivell d'exposició (NE):

$$NE = t * C_{pNE}$$

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) * C_{pNE}$$

$$NE = (4 \text{ hores} / 8 \text{ hores}) * C_{pNE}$$

#### 2.1. Càlcul del $C_{pNE}$ :

Hora de feina	Nº d'accidents	Rati	Mitja
1 <sup>a</sup>	25.461	0,10171	0,10171
2 <sup>a</sup>	43.487	0,17372	0,13772
3 <sup>a</sup>	40.135	0,16033	0,14526
4 <sup>a</sup>	37.100	0,14821	0,14599
5 <sup>a</sup>	22.692	0,09065	0,13493
6 <sup>a</sup>	23.302	0,09309	0,12795
7 <sup>a</sup>	23.928	0,09559	0,12333
8 <sup>a</sup>	16.171	0,06460	0,11599
9 <sup>a</sup>	4.236	0,01692	0,10498
10 <sup>a</sup>	5.122	0,02046	0,09653
11 <sup>a</sup>	4.175	0,01668	0,08927
12 <sup>a</sup>	4.068	0,01625	0,08318

Taula 5.3.\_ Taula per a l'obtenció del  $C_{pNE}$ . Elaboració pròpia amb dades de l'INSHT

- a) Si les hores d'exposició són **continues, fixes i conegudes** (suposem que són les 4 primeres hores):

$$C_{pNE} [1-4] = 0,10171 + 0,17372 + 0,16033 + 0,14821 = 0,58397$$

- b) Quan les hores d'exposició són **discontinues, fixes però conegudes**:

$$C_{pNE} [5,7,9] = 0,09065 + 0,09559 + 0,01692 = 0,20316$$

- c) Si les hores d'exposició **no es coneixen ni es sap si seran fixes ni continues**, el coeficient equivaldrà al producte de la mitjana per de les hores d'exposició efectiva:

Opció 1  $C_{pNE} [?,2h] = 0,13772 * 2h = 0,27543$

Opció 2  $C_{pNE} [?,12h] = 0,08318 * 12h = 0,99821$

## 2.2. Substituint els valors s'obté el NE:

$$NE = t * C_{pNE}$$

$$NE = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) * C_{pNE}$$

a)  $t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 4h / 8h = 0,5h$  (suposem que són les 4 primeres hores)

$$NE = (4 \text{ hores} / 8 \text{ hores}) * 0,58397 \rightarrow NE = 0,29199$$

b)  $t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 3h / 8h = 0,375h$

$$NE = (3 \text{ hores} / 8 \text{ hores}) * 0,20316 \rightarrow NE = 0,07619$$

c) Opció 1  $t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 2h / 8h = 0,25h$

$$NE = (2 \text{ hores} / 8 \text{ hores}) * 0,27543 \rightarrow NE = 0,06886$$

Opció 2  $t = t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}} = 12h / 8h = 1,5h$

$$NE = (12 \text{ hores} / 8 \text{ hores}) * 0,99821 \rightarrow NE = 1,49732$$

## 3. Establir els valors del Nivell de Deficiència (ND) segons taula 5.4:

INSTAL·LACIONS D'OBRA	ND
Llunyanes i protegides	0.10
OBJECTES, EINES, MITJANS AUXILIARS, APARELLS, EQUIPS I MÀQUINES	ND
No conservades i adequades	0.15
IL·LUMINACIÓ	ND
Il·luminació suficient	0.05
SOROLL	ND
Soroll acceptable	0.05
VIBRACIONS	ND
No vibracions	0.05
TEMPERATURA	ND
Temperatura adequada	0.02
VENTILACIÓ	ND
Ventilació adequada	0.02
NETEJA I ORDRE	ND
Brut i desendreçat	0,10
ACCESSIBILITAT I ESPAI DE TREBALL	ND
Limitada però suficient	0,04
CONDICIONS DE TREBALL	ND
Superfície irregular però estable	0,04
<b>TOTAL Nivell de Deficiència (ND)</b>	<b>0,62</b>

4. Establir els valors del Nivell Particular (NP) segons taula 5.5:

EDAT	NP
De 25-29 anys	0,15
ANTIGUETAT	NP
De 3-10 anys	0,05
PLANTILLA	NP
De 11-25 treballadors	0,15
VOLUM FEINA I RITME TREBALL	NP
Normal amb excés puntual	0,07
PLUS MAQUINÀRIA, EQUIPS I EINES	NP
Puntual	0,10
FORMACIÓ I INFORMACIÓ	NP
Adequada	0,05
<b>TOTAL ND</b>	<b>0,57</b>

5. Calcular el valor del Coeficient de Ponderació de la Probabilitat ( $C_{pP}$ ):

TIPUS de RISC	$C_{pP}$
Aixafament sobre o contra, resultat d'una caiguda	0,12653

Taula 5.6\_. Classificació del risc en funció de la probabilitat

6. Substituint els valors de la fórmula, s'obté el resulta de la Probabilitat (P):

$$P = NE * ND * NP * C_{pP}$$

a)  $P = NE * ND * NP * C_{pP} \rightarrow P = 0,2920 * 0,2200 * 0,5200 * 0,1265$   
 **$P = 0,0042$**

b)  $P = NE * ND * NP * C_{pP} \rightarrow P = 0,0762 * 0,2200 * 0,5200 * 0,1265$   
 **$P = 0,0011$**

c) Opció 1  $P = NE * ND * NP * C_{pP}$   
 $P = 0,0689 * 0,2200 * 0,5200 * 0,1265 \rightarrow P = 0,0010$

Opció 2  $P = NE * ND * NP * C_{pP}$   
 $P = 1,4973 * 0,2200 * 0,5200 * 0,1265 \rightarrow P = 0,0217$

7. Seleccionar el tipus de conseqüència (dany o lesió) més probable que es pot generar en funció del risc triat, considerant les deficiències del lloc de treball:

TIPUS de LESIÓ (Conseqüències)
Lesions múltiples

Taula 5.7\_. Classificació del Tipus de Lesió



8. Assignar el valor de Nivell de Conseqüències (NC):

TIPUS de LESIÓ (Conseqüències)	NC	Grup
Lesions múltiples	77	B

Taula 5.9. Anàlisi de la gravetat de les lesions

9. Substituir els valors, en funció de la classificació de la conseqüència de la taula 5.10:

ACCIDENTS DE TREBALL EN JORNADA DE TREBALL AMB BAIXA			
TIPUS DE RISC	A	B	C
Aixafament sobre o contra, resultat d'una caiguda	0,0028	0,0430	0,9570

10. Aplicar els resultats per obtenir el valor de les Conseqüències (C):

$$C = NC * c_{pC}$$

$$C = 77 * 0,0430 \quad \mathbf{C = 3,3110}$$

11. Substituir valors per calcular el Risc (R):

$$R = P \times C$$

$$R = \mathbf{P} \times C = 0,0042 * 3,3110 = 0,0140$$

$$R = \mathbf{P} \times C = 0,0011 * 3,3110 = 0,0037$$

$$\text{Opció 1} \rightarrow R = \mathbf{P} \times C = 0,0010 * 3,3110 = 0,0033$$

$$\text{Opció 2} \rightarrow R = \mathbf{P} \times C = 0,0217 * 3,3110 = 0,0718$$

## 7. COMPARATIVA I ANALISIS

En aquest apartat es proposa per una banda, estudiar les avaluacions de riscos de diversos Plans de Seguretat i Salut reals amb l'accidentalitat obtinguda en cadascun d'ells per a la fase seleccionada, i, per una altra, aplicar la metodologia a la mateixa fase de l'avaluació de riscos per tal de comparar-la amb l'avaluació real del pla i poder extreure conclusions.

Donat que les taules referenciades anteriorment en el desenvolupament de la metodologia s'han extret d'estadístiques d'accidentabilitat exclusives per l'any 2007, s'han utilitzat plans amb accidents relatius a aquest any en concret.

L'objectiu que es persegueix és comparar les avaluacions de riscos reals de la fase constructiva seleccionada que, a més a més, ha generat accidentabilitat amb l'avaluació de riscos obtinguda mitjançant l'aplicació de la nova metodologia proposada en el capítol 5 per tal de veure si la metodologia s'ajusta a l'avaluació real i/o aporta un grau d'objectivitat i aproximació superior als mètodes avaluatius generalment utilitzats.

## 7.1. SISTEMÀTICA DE LA COMPARACIÓ

Estructurarem aquest anàlisi en tres parts:

- la primera d'elles tindrà com a objectiu estudiar el grau de qualitat de l'avaluació de l'activitat de la fase del Pla de Seguretat i Salut de l'obra en qüestió i aplicar la metodologia al mateix.
- la segona analitzarà si la nova metodologia milloraria l'avaluació, reduint la subjectivitat intrínseca i pròpia del que es una avaluació d'un risc;
- la tercera part es centrarà en els accidents vinculats a l'activitat seleccionada del Pla de Seguretat i Salut, estudiant-los en totes les seves variables i obtenint unes conclusions en relació a ells segons ambdues avaluacions.

Cal mencionar que tots i cadascun dels Plans de Seguretat i Salut corresponen a obres reals construïdes durant l'any 2007. La informació de l'accidentabilitat dels mateixos s'ha obtingut dels informes d'accidents de treball i dels informes d'investigació d'accidents principalment, tal i com es pot observar en dos fitxes d'accidents que es relacionen a l'apartat A2 de l'Annex del present treball. Aquestes fitxes s'han confeccionat a partir de tota documentació real que s'ha aconseguit recopilar en relació als accidents (comunicació d'accidents, baixes, informe d'accident de treball, informe d'investigació d'accidents, etc.). Indicar que s'ha seleccionat la informació particular necessària per comprendre l'accident en qüestió.

En la **primera part**, el procediment a seguir consistirà estudiar els riscos de l'avaluació real del Pla de Seguretat i Salut de la fase en què es va produir l'accident, completant una taula resum tipus:

RISC	PROBABILITAT	SEVERITAT	AVALUACIÓ	Nº d'ACCIDENTS

Taula 7.1.1\_ Taula per al registre de dades

S'ha descartat la valoració del grau de lesió, ja que, per aquest estudi, no aporta informació rellevant i ens allunya de l'objectiu que es pretén, que és verificar si la nova metodologia s'ajusta a la realitat i aporta una informació més aproximada i objectiva que la metodologia utilitzada en l'avaluació real.

A continuació aplicarem la nova metodologia a la mateixa fase constructiva de l'avaluació de riscos del Pla de seguretat i Salut real considerat. L'aplicació de la metodologia ens facilitarà una nova avaluació de riscos que ens permetrà completar una nova taula resum tipus:

RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ	Nº d'ACCIDENTS

Taula 7.1.2\_ Taula per al registre de dades en base a la nova metodologia

Com òbviament es desconeix molta informació relativa a l'obra (només es disposa dels Plans de Seguretat i Salut i l'accidentabilitat corresponent), es proposen uns valors fixes per a determinades variables que no es coneixen, per tal d'utilitzar un mateix criteri en cadascuna de les avaluacions realitzades amb la nova metodologia. Es tracta d'un criteri aleatori i subjectiu que pretén uniformitzar i donar rigor a la comparativa, de forma que s'utilitzin uns valors generals raonables.

Cal destacar que en el procés d'equiparació d'un valor qualitatiu a un valor quantitatiu, es produeixen petites desviacions en el resultat. Aquest incident és conseqüència directa de l'aplicació d'un criteri subjectiu a l'hora d'establir la correspondència, però, en tot cas, s'ha mantingut la coherència en l'aplicació del mateix criteri durant tota la fase comparativa.

El procediment en la **segona part** de l'anàlisi comprendrà la comparativa entre les dos avaluacions, podent observar si per a una mateixa fase la nova metodologia resulta més objectiva.

Per últim, en la **tercera fase** d'aquest procés s'utilitzen les dades reals de diferents supòsits d'accident per a diferents plans de Seguretat i Salut (s'adjunta una referència més detallada a les fitxes d'accidentabilitat de cada Pla a l'apartat A2 de l'Annex del present treball).

En aquest darrer apartat, l'únic valor que no variarà serà el del Nivell de Deficiència (ND), ja que no es pot extreure informació objectiva d'aquesta variable de la documentació recopilada, només el Nivell d'Exposició (NE) i Nivell Particular (NP) seran fidels a la informació real.

Finalment, en aquest darrer apartat del capítol es realitzaran els comentaris i puntualitzacions diferencials de les 3 avaluacions realitzades, així com la valoració dels resultats obtinguts en relació a la nova metodologia.

## 7.2. CRITERIS RECTORS

Els criteris fixes utilitzats en totes les comparatives són els següents:

$t_{\text{exposició}}$	$t_{\text{jornada}}$	t	cpNE	NE	ND	NP
10	11	0,90909	0,96528	0,87753	0,59	0,92

Justificació dels criteris utilitzats:

A) Pel que fa a la variable NE, en relació als temps s'apliquen els següents valors:

$$t = (t_{\text{exposició}} / t_{\text{jornada}}) = 10h / 11h = 0,90909h \text{ (suposem que són les 10 primeres hores)}$$

Suposem en tot moment que les hores d'exposició són contínues, fixes i conegudes ja que no és possible conèixer la discontinuïtat de les mateixes amb les dades que aporta la documentació de referència. Tampoc seria lògic alterar el càlcul utilitzant les mitjanes, doncs en un cas real podria ser possible conèixer aquesta temporalitat pràcticament en totes les casuístiques de risc.

Per una altra banda, el número d'hores utilitzades per fer el quocient ens serveix per valorar tots els accidents dels que es disposa, sense quedar-ne cap fora d'aquest interval temporal.

B) En relació a la variable relativa al Nivell de Deficiència (ND), degut a la impossibilitat de conèixer l'evolució d'aquestes obres (ja finalitzades i amb estudis de seguretat previs), és necessari proposar un Nivell de Deficiència arbitrari. Establim els següents valors amb un criteri de sentit comú per tal d'obtenir el resultat de la variable ND:

INSTAL·LACIONS d'OBRA	ND
Llunyanes i protegides	0,10
OBJECTES, EINES, MITJANS AUXILIARS, APARELLS, EQUIPS I MÀQUINES	ND
No conservades i adequades	0,15
IL·LUMINACIÓ	ND
Il·luminació suficient	0,05
SOROLL	ND
Soroll acceptable	0,05
VIBRACIONS	ND
No vibracions	0,05
TEMPERATURA	ND
Temperatura adequada	0,02

VENTILACIÓ	ND
Ventilació adequada	0,02
NETEJA I ORDRE	ND
Brut i ordenat	0,07
ACCESSIBILITAT I ESPAI DE TREBALL	ND
Limitada però suficient	0,04
CONDICIONS DE TREBALL	ND
Superfície irregular però estable	0,04
<b>TOTAL Nivell de Deficiència (ND)</b>	<b>0,59</b>

C) La variable del Nivell Particular (NP) es fixarà en funció de dades coherents, però subjectives. Per tal d'iniciar la comparativa, s'han destacat les característiques dels casos estadísticament més desfavorables (segons la bibliografia consultada) i que puguin ser acceptables a tots els Plans de Seguretat i Salut estudiats. En base a això, s'utilitzen els següents valors per obtenir la variable NP:

EDAT	NP
De 30 a 39 anys	0,30
ANTIGUETAT	NP
De 0 a 6 mesos	0,20
PLANTILLA	NP
De 0 a 10 treballadors	0,20
VOLUM FEINA I RITME TREBALL	NP
Normal amb excés puntual	0,07
PLUS MAQUINÀRIA, EQUIPS I EINES	NP
Constant	0,10
FORMACIÓ I INFORMACIÓ	NP
Adequada	0,05
<b>TOTAL Nivell Particular (NP)</b>	<b>0,92</b>

### 7.3. TAULES COMPARATIVES I COMENTARIS

En aquest apartat, s'exposen els resultats de l'aplicació de la sistemàtica que s'ha exposat en punts anteriors.

#### **OBRA 1**

**Pla de Seguretat i Salut: CARDEDEU (Barcelona)**

Descripció de l'obra:	Habitatge unifamiliar aïllada, en parcel·la de 2 nivells (primer habitatge, segon piscina existent i jardí)
Fases a realitzar:	Moviments de terra, cimentació i estructures de formigó armat

#### **Taula de RISCOS AVALUATS AL PLA DE SEGURETAT I SALUT**

Capítol ESTRUCTURES

Activitat ENCOFRAT, FORMIGONAT I DESENCOFRAT

RISC	PROBABILITAT	SEVERITAT	AVALUACIÓ	Núm. ACCIDENTS
1. Caigudes a diferent nivell	ALTA	MOLT GREU	CRÍTIC	
2. Contactes elèctrics	MITJA		ELEVAT	
3. Despreniment de càrregues suspeses	BAIXA		MIG	
4. Caiguda d'eines i material per desplom	BAIXA		MIG	
5. Caigudes al mateix nivell	ALTA	GREU	ELEVAT	
6. Cops per caiguda material a l'encofrar/desencofrar	MITJA		MIG	
7. Cops amb cubilot o amb mànega de bomba	BAIXA		BAIX	
8. Trencament, enfonsament o rebentament d'encofrat metàl·lic o forjats	BAIXA		BAIX	
9. Talls i projeccions a l'utilitzar la taula de serra circular	BAIXA		BAIX	
10. Sobreessforços	BAIXA		BAIX	2
11. Estrès tèrmic	BAIXA		BAIX	
12. Trepitjades sobre objectes punxants	ALTA	LLEU	MIG	
13. Cops i talls amb materials i eines per manipulació	MITJA		BAIX	
14. Projecció de partícules de formigó	MITJA		BAIX	
15. Afeccions cutànies	MITJA		BAIX	

#### **APLICACIÓ de la metodologia als riscos avaluats per activitat del Pla de Seguretat i Salut**

Risc	t <sub>exposició</sub>	cpNE	NE	ND	NP	cpP	Lesió	NC	cpC
1	0.90909	0.96528	0.87753	0.59000	0.9200	0.12653	Lesions múltiples	77	0.04300
2						0.00173	Xocs traumàtics (elèctrics, etc.)	64	0.09722
3						0.07463	Commocions i lesions intracranials	73	0.01386
4						0.07463	Commocions i lesions intracranials	73	0.01386

5					0.09207	Fractures d'ossos	67	0.00642
6					0.07463	Ferides i lesions superficials	1	0.98614
7					0.01936	Fractures tancades	63	0.00578
8					0.07463	Lesions múltiples	77	0.01386
9					0.04559	Ferides obertes	51	0.01279
10					0.32198	Esquinços i torçades	1	0.99913
11					0.00469	Efectes de les temperatures extremes	1	0.97447
12					0.02008	Ferides obertes	51	0.00955
13					0.04559	Ferides obertes	51	0.01279
14					0.03211	Lesions superficials, cossos estranys ulls	1	0.99005
15					0.01542	Cremades químiques	52	0.00363

### Taula de RISCOS AVALUATS AMB LA NOVA METODOLOGIA

Capítol ESTRUCTURES

Activitat ENCOFRAT, FORMIGONAT I DESENCOFRAT

RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ	Núm. ACCIDENTS
1. Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0.06027	3.31104	0.19955	
2. Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica.	0.00082	6.22222	0.00513	
3. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598	
4. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598	
5. Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopegada o d'un xoc contra un objecte immòbil	0.04386	0.43023	0.01887	
6. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	0.98614	0.03506	
7. Xoc o cop amb un objecte en balanceig	0.00922	0.36401	0.00336	
8. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.06750	0.03795	
9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós, sense especificar	0.02172	0.65247	0.01417	
10. Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.15337	0.99913	0.15323	<b>2</b>
11. Contacte amb flames directes o objectes o entorns, elevada temperatura	0.00223	0.97447	0.00218	
12. Contacte amb un agent material punxant	0.00956	0.48697	0.00466	
13. Contacte amb un agent material tallant	0.02172	0.65247	0.01417	
14. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.01529	0.99005	0.01514	
15. Contacte amb substàncies sobre o a través de la pell i dels ulls	0.00734	0.18855	0.00138	



**COMPARATIVA de taules PER GRAVETAT**

RISC	Probabilitat	Severitat	Avaluació	RISC	Probabilitat	Conse- quències	Avaluació
1. Caigudes a diferent nivell	ALTA	MOLT GREU	CRÍTIC	1. Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0.06027	3.31104	0.19955
2. Contactes elèctrics	MITJA	MOLT GREU	ELEVAT	10. Sobreessforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.15337	0.99913	0.15323
5. Caigudes al mateix nivell	ALTA	GREU	ELEVAT	3. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598
3. Despreniment de càrregues suspeses	BAIXA	MOLT GREU	MIG	4. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598
4. Caiguda d'eines i material per desplom	BAIXA	MOLT GREU	MIG	8. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.06750	0.03795
6. Cops per caiguda material a encofrar/desencofrar	MITJA	GREU	MIG	6. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	0.98614	0.03506
12. Trepitjades sobre objectes punxants	ALTA	LLEU	MIG	5. Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopagada o d'un xoc contra un objecte immòbil	0.04386	0.43023	0.01887
7. Cops amb cubilot o amb mànega de bomba	BAIXA	GREU	BAIX	14. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.01529	0.99005	0.01514
8. Trencament, enfonsament o rebentament d'encofrat metàl·lic o forjats	BAIXA	GREU	BAIX	13. Contacte amb un agent material tallant	0.02172	0.65247	0.01417
9. Talls i projeccions a l'utilitzar la taula de serra circular	BAIXA	GREU	BAIX	9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós, sense especificar	0.02172	0.65247	0.01417
10. Sobreessforços	BAIXA	GREU	BAIX	2. Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica al cos	0.00082	6.22222	0.00513
11. Estrès tèrmic	BAIXA	GREU	BAIX	12. Contacte amb un agent material punxant	0.00956	0.48697	0.00466
13. Cops i talls amb materials i eines per manipulació	MITJA	LLEU	BAIX	7. Xoc o cop amb un objecte en balanceig	0.00922	0.36401	0.00336
14. Projecció de partícules de formigó	MITJA	LLEU	BAIX	11. Contacte amb flames directes o objectes o entorns, elevada temperatura	0.00223	0.97447	0.00218
15. Afeccions cutànies	MITJA	LLEU	BAIX	15. Contacte amb substàncies sobre o a través de la pell i dels ulls	0.00734	0.18855	0.00138

ACCIDENTALITAT REAL

RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ
Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.13670	0.99913	0.13658
Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.11308	0.99913	0.11298

COMENTARIS COMPARATIVA

La metodologia s'apropa bastant a l'avaluació inicial, valorant altres riscos, com el de trencament, enfonsament o rebentament d'encofrat o forjat per sobre, atorgant-li una gravetat superior.

Podríem afirmar que per valors de riscos crítics i elevats (segons avaluació real), la nova metodologia s'ajusta bastant bé, donant valors d'avaluació a partir del 0,1. Per valors de grau mig, la nova avaluació ofereix valors a partir del 0,01, ampliant respecte l'avaluació real els riscos avaluats. Els valors de riscos baixos avaluats segons el Pla de Seguretat i Salut resulten amb la nova metodologia de l'ordre de 0,001 cap amunt.

La metodologia millora l'avaluació en relació a l'accident tant en l'avaluació inicial com en l'avaluació real dels accidents segons demostra la següent comparativa:

RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ
Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.15337	0.99913	0.15323
	AVALUACIÓ INICIAL (Lesió diferent i condicions segons criteris fixats)		
	0.13670	0.99913	0.13658
	ACCIDENT 1 (Lesió real i condicions mixtes amb criteris fixats de ND i NE i propis pel que fa a NP)		
	0.11308	0.99913	0.11298
	ACCIDENT 2 (Lesió real i condicions mixtes amb criteris fixats de ND i NE i propis pel que fa a NP)		

**OBRA 2****Pla de Seguretat i Salut: COVADONGA (Sabadell, Barcelona)**

Descripció de l'obra:	Dos edificis d'habitatges plurifamiliars, en solar amb edificacions d'habitatges properes i entre mitgeres
Fases a realitzar:	Cimentació i estructures de formigó armat

**Taula de RISCOS AVALUATS AL PLA DE SEGURETAT I SALUT**

Capítol ESTRUCTURES

Activitat ENCOFRAT, FORMIGONAT i DESENCOFRAT

RISC	PROBABILITAT	SEVERITAT	AVALUACIÓ	Núm. ACCIDENTS
1. Caigudes a diferent nivell	ALTA	MOLT GREU	CRÍTIC	
2. Contactes elèctrics	MITJA		ELEVAT	
3. Despreniment de càrregues suspeses	BAIXA		MIG	
4. Caiguda d'eines i material per desplom	BAIXA		MIG	
5. Caigudes al mateix nivell	ALTA	GREU	ELEVAT	
6. Cops per caiguda material a l'encofrar/desencofrar	MITJA		MIG	1
7. Cops amb cubilot o amb mànega de bomba	BAIXA		BAIX	
8. Trencament, enfonsament o rebentament d'encofrat metàl·lic o forjats	BAIXA		BAIX	
9. Talls i projeccions a l'utilitzar la taula de serra circular	BAIXA		BAIX	
10. Sobreessorsos	BAIXA		BAIX	
11. Trepitjades sobre objectes punxants	ALTA	LLEU	MIG	
12. Cops i talls amb materials i eines per manipulació	MITJA		BAIX	
13. Projecció de partícules de formigó	MITJA		BAIX	
14. Afeccions cutànies	MITJA		BAIX	

**APLICACIÓ de la metodologia als riscos avaluats per activitat del Pla de Seguretat i Salut**

Risc	t <sub>exposició</sub>	cpNE	NE	ND	NP	CpP	Lesió	NC	cpC
1	0.90909	0.96528	0.87753	0.59000	0.9200	0.12653	Lesions múltiples	77	0.04300
2						0.00173	Xocs traumàtics (elèctrics..)	64	0.09722
3						0.07463	Commocions i lesions intracranials	73	0.01386
4						0.07463	Commocions i lesions intracranials	73	0.01386
5						0.09207	Fractures d'ossos	67	0.00642
6						0.07463	Ferides i lesions superficials	1	0.98614
7						0.01936	Fractures tancades	63	0.00578
8						0.07463	Lesions múltiples	77	0.01386
9						0.04559	Ferides obertes	51	0.01279
10						0.32198	Esquinços i torçades	1	0.99913
11						0.02008	Ferides obertes	51	0.00955
12						0.04559	Ferides obertes	51	0.01279
13						0.03211	Lesions superficials, cossos estranys ulls	1	0.99005
14						0.01542	Cremades químiques	52	0.00363

**Taula de RISCOS AVALUATS AMB LA NOVA METODOLOGIA**

## Capítol ESTRUCTURES

## Activitat ENCOFRAT, FORMIGONAT i DESENCOFRAT

RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ	Núm. ACCIDENTS
1. Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0.06027	3.31104	0.19955	
2. Contacte directe amb l'electricitat, ...	0.00082	6.22222	0.00513	
3. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598	
4. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598	
5. Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopegada o d'un xoc contra un objecte immòbil	0.04386	0.43023	0.01887	
6. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	0.98614	0.03506	<b>1</b>
7. Xoc o cop amb un objecte en balanceig	0.00922	0.36401	0.00336	
8. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.06750	0.03795	
9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur,...	0.02172	0.65247	0.01417	
10. Sobreessorç físic sobre sistema músculoesquelètic	0.15337	0.99913	0.15323	
11. Contacte amb un agent material punxant	0.00956	0.48697	0.00466	
12. Contacte amb un agent material tallant	0.02172	0.65247	0.01417	
13. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.01529	0.99005	0.01514	
14. Contacte amb substàncies sobre o a través de la pell i dels ulls	0.00734	0.18855	0.00138	

**COMPARATIVA de taules PER GRAVETAT**

RISC	Probabilitat	Severitat	Avaluació	RISC	Probabilitat	Conse- quències	Avaluació
1. Caigudes a diferent nivell	ALTA	MOLT GREU	CRÍTIC	1. Aixafament sobre o contra resultat caiguda	0.06027	3.31104	0.19955
2. Contactes elèctrics	MITJA	MOLT GREU	ELEVAT	10. Sobreessorç físic sobre el sistema músculoesquelètic	0.15337	0.99913	0.15323
5. Caigudes al mateix nivell	ALTA	GREU	ELEVAT	3. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598
3. Despreniment de càrregues suspeses	BAIXA	MOLT GREU	MIG	4. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598
4. Caiguda d'eines i material per desplom	BAIXA	MOLT GREU	MIG	8. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.06750	0.03795
6. Cops caiguda materi. a l'encofrar/desencofrar	MITJA	GREU	MIG	6. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	0.98614	0.03506
11. Trepitjades sobre objectes punxants	ALTA	LLEU	MIG	5. Aixafament ensopeg o xoc objecte immòbil	0.04386	0.43023	0.01887
7. Cops amb cubilot o amb mànega bomba	BAIXA	GREU	BAIX	13. Xoc o cop objecte o fragment projectat	0.01529	0.99005	0.01514
8. Trencament, enfonsa o rebentament encofrat metàl·lic o forjats	BAIXA	GREU	BAIX	12. Contacte amb un agent material tallant	0.02172	0.65247	0.01417
9. Talls i projeccions a l'utilitzar la taula de serra circular	BAIXA	GREU	BAIX	9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós, ...	0.02172	0.65247	0.01417
10. Sobreessorços	BAIXA	GREU	BAIX	2. Contacte electricitat	0.00082	6.22222	0.005113
12. Cops i talls material i eines per manipulació	MITJA	LLEU	BAIX	11. Contacte amb un agent material punxant	0.00956	0.48697	0.00466

13. Projecció de partícules de formigó	MITJA	LLEU	BAIX	7. Xoc o cop amb un objecte de balanceig	0.00922	0.36401	0.00336
14. Afeccions cutànies	MITJA	LLEU	BAIX	14. Contacte substànci. sobre/a través pell/ulls	0.00734	0.18855	0.00138

### ACCIDENTALITAT REAL

RISC	PROBABILITAT	CONSEQÜÈNCIES	AVUACIÓ
6. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.02621	0.81795	0.02144

### COMENTARIS COMPARATIVA

Veiem que les avaluacions son pràcticament iguals en la obra 1 i el la 2, excepte estrès tèrmic, referint-se a la mateixa avaluació pels mateixos riscos. L'avaluació amb la metodologia, per tant, torna a ajustar-se a l'avaluació real. Observem que, per una banda, tant l'avaluació real com la resultant de l'aplicació de la metodologia situen aquest risc en la mateixa posició en relació a la gravetat.

En l'accident, la lesió produïda, segons l'informe d'investigació d'accidents, fou de lesions superficials. A l'avaluació de l'aplicació de la metodologia, ha resultat una valoració de risc per una lesió de ferides i lesions superficials de 0,00444, força inferior al valor de risc real de l'accident. Si apliquem la metodologia amb la nova lesió, establim la comparativa en la següent taula:

RISC	PROBABILITAT	CONSEQÜÈNCIES	AVUACIÓ
Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.03555	0.98614	0.00444
	AVUACIÓ INICIAL		
	(Lesió diferent i condicions segons criteris fixats)		
	0.02621	0.81795	0.02144
	ACCIDENT		
	(Lesió real i condicions mixtes amb criteris fixats de ND i NE i propis pel que fa a NP)		
	0.03555	0.81795	0.02908
	AVUACIÓ REVISADA		
	(Lesió real i condicions segons criteris fixats)		

Per una altra banda, i, concretament, en relació a l'accidentabilitat i la comparativa de la taula, destaca una disminució de les conseqüències, però una valoració de risc superior tant en l'avaluació pròpia de l'accident, com en l'avaluació revisada. Això és degut a què el grau de lesió té un nivell de conseqüències superior, però dona un valor de conseqüències inferior, ja que el coeficient de ponderació resulta del grup A i no del B, com a l'avaluació inicial. Això demostra la consistència de la metodologia, ja que apropa l'avaluació a la realitat de manera menys subjectiva.

**OBRA 3****Pla de Seguretat i Salut: RUBIO I ORS (Cornellà de Llob., Barcelona)**

Descripció de l'obra:	Edifici d'habitatge plurifamiliar entre mitgeres, que es troba rodejat en tres dels quatre costats per altres finques, donant al carrer l'única façana lliure
Fases a realitzar:	Moviments de terra, cimentació i estructures de formigó armat

**Taula de RISCOS AVALUATS AL PLA DE SEGURETAT I SALUT**

Capítol ESTRUCTURES

Activitat ENCOFRAT, FORMIGONAT i DESENCOFRAT

RISC	PROBABILITAT	SEVERITAT	AVALUACIÓ	Núm. ACCIDENTS
1. Caigudes a diferent nivell	ALTA	GREU	INTOLERABLE	
2. Caigudes al mateix nivell	ALTA		INTOLERABLE	
3. Cops de caiguda material a l'encofrar/desencofrar	MITJA		IMPORTANT	
4. Contactes elèctrics	MITJA		IMPORTANT	
5. Cops amb cubilot o amb mànega de bomba	BAIXA		MODERAT	
6. Trencament, enfonsament o rebentament d'encofrat metàl·lic o forjats	BAIXA		MODERAT	
7. Despreniment de càrregues suspeses	BAIXA		MODERAT	
8. Caiguda d'eines i material per desplom	BAIXA		MODERAT	
9. Talls i projeccions amb ús taula de serra circular	BAIXA		MODERAT	
10. Sobreessforços	BAIXA		MODERAT	
11. Estrès tèrmic	BAIXA		MODERAT	
12. Trepitjades sobre objectes punxants	ALTA	LLEU	MODERAT	
13. Cops i talls amb materials i eines per manipulació	MITJA		TOLERABLE	1
14. Projecció de partícules de formigó	MITJA		TOLERABLE	1
15. Afeccions cutànies	MITJA		TOLERABLE	

**APLICACIÓ de la metodologia als riscos avaluats per activitat del Pla de Seguretat i Salut**

Risc	t <sub>exposició</sub>	cpNE	NE	ND	NP	CpP	Lesió	NC	CpC
1	0.90909	0.96528	0.87753	0.59000	0.9200	0.12653	Lesions múltiples	77	0.04300
2						0.09207	Fractures ossos	67	0.00642
3						0.07463	Ferides i lesions superficiales	1	0.98614
4						0.00173	Fractures ossos	64	0.09722
5						0.01936	Fractures tancades	63	0.00578
6						0.07463	Lesions múltiples	77	0.01386
7						0.07463	Commocions i lesions intracranials	73	0.01386
8						0.07463	Commocions i lesions intracranials	73	0.01386
9						0.04559	Ferides obertes	51	0.01279
10						0.32198	Esquinços i torçades	1	0.99913
11						0.00469	Altres efectes de tª extrema	1	0.97447
12						0.02008	Ferides obertes	51	0.00955
13						0.04559	Ferides obertes	51	0.01279

14					0.03211	Lesions superficials, cossos ulls	1	0.99005
15					0.01542	Cremades químiques	52	0.00363

### Taula de RISCOS AVALUATS AMB LA NOVA METODOLOGIA

Capítol ESTRUCTURES

Activitat ENCOFRAT, FORMIGONAT i DESENCOFRAT

RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ	Núm. ACCIDENTS
1. Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda	0.06027	3.31104	0.19955	
2. Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopegada o d'un xoc contra un objecte immòbil	0.04386	0.43023	0.01887	
3. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	0.98614	0.03506	
4. Contactes elèctrics	0.00082	6.22220	0.00513	
5. Xoc o cop amb un objecte en balanceig	0.00922	0.36401	0.00336	
6. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.06750	0.03795	
7. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598	
8. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598	
9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós, sense especificar	0.02172	0.65247	0.01417	
10. Sobreessorç físic sobre sistema musculoesquelètic	0.15337	0.99913	0.15323	
11. Contacte amb flames directes o objectes o entorns, elevada temperatura	0.00223	0.97447	0.00218	
12. Contacte amb un agent material punxant	0.00956	0.48697	0.00466	
13. Contacte amb un agent material tallant	0.02172	0.65247	0.01417	1
14. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.01529	0.99005	0.01514	1
15. Contacte amb substàncies sobre o a través de la pell i dels ulls	0.00734	0.18855	0.00138	*

### COMPARATIVA de taules PER GRAVETAT

RISC	Probabilitat	Severitat	Avaluació	RISC	Probabilitat	Conse- quències	Avaluació
1. Caigudes a diferent nivell	ALTA	GREU	INTOLERAB.	1. Aixafament sobre o contra resultat caiguda	0.06027	3.31104	0.19955
2. Caigudes al mateix nivell	ALTA		INTOLERAB.	10. Sobreessorç físic sobre el sistema múscul-esquelètic	0.15337	0.99913	0.15323
3. Cops per caiguda material a l'encofrar i desencofrar	MITJA		IMPORTANT	6. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.06750	0.03795
4. Contactes elèctrics	MITJA		IMPORTANT	7. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598
5. Cops amb cubilot o mànega bomba	BAIXA	MODERAT	MODERAT	8. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	1.01204	0.03598
6. Trencament, enfonsa o rebenta. encofrat metàl·lic o forjats	BAIXA		MODERAT	3. Xoc/cop amb objecte que cau o es desprèn	0.03555	0.98614	0.03598
7. Despreniment de càrregues suspeses	BAIXA		MODERAT	2. Aixafament sobre o contra resultat d'una	0.04386	0.43023	0.01887

				ensopegada o d'un xoc contra un objecte immòbil			
8. Caiguda d'eines i material per desplom	BAIXA		MODERAT	14. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.01529	0.99005	0.01514
9. Talls i projeccions a l'utilitzar la taula de serra circular	BAIXA		MODERAT	9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós, sense especificar	0.02172	0.65247	0.01417
10. Sobreesforços	BAIXA		MODERAT	13. Contacte amb agent material tallant	0.02172	0.65247	0.01417
11. Estrès tèrmic	BAIXA		MODERAT	4. Contactes elèctrics	0.00082	6.22220	0.00513
12. Trepitjades sobre objectes punxants	ALTA		MODERAT	12. Contacte amb un agent material punxant	0.00956	0.48697	0.00466
13. Cops i talls amb materials i eines per manipulació	MITJA		TOLERABLE	5. Xoc o cop amb un objecte de balanceig	0.00922	0.36401	0.00336
14. Projecció de partícules de formigó	MITJA	LLEU	TOLERABLE	11. Contacte amb flames directes o objectes o entorns, elevada temperatura	0.00223	0.97447	0.00218
15. Afeccions cutànies	MITJA		TOLERABLE	15. Contacte amb substàncies sobre o a través de la pell i dels ulls	0.00734	0.18855	0.00138

### ACCIDENTALITAT REAL

RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVUACIÓ
13. Contacte amb un agent material tallant	0.01125	0.98721	0.01111
14. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.00330	0.99005	0.00327

### COMENTARIS COMPARATIVA

S'observa a la comparativa que l'avaluació amb la metodologia s'aproxima força a la real. Cal destacar que s'estan utilitzant criteris establerts que podrien ajustar millor la comparativa, sobretot per que fa referència a la probabilitat. Malgrat això els riscos intolerables es mantenen per sobre del 0'1, en posició primera de la taula com en l'avaluació inicial. Augmenten els riscos de caràcter important per sobre de valors de 0'03, sent els moderats de valors superiors a 0,01. Per sota, els valors que correspondrien a riscos "tolerables".

Un cop obtingudes les dues avaluacions diferents (la real i la proposada segons criteris i la reformulada en base a la lesió), s'observa que amb la nova metodologia es supera l'avaluació realitzada en ambdós casos, augmentant en tots dos el nivell de gravetat.



RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ
13. Contacte amb un agent material tallant	0.0217	0.65247	0.01417
	AVALUACIÓ INICIAL (Lesió diferent i condicions segons criteris fixats)		
	0.01125	0.98721	0.01111
	ACCIDENT Lesió real i condicions mixtes amb criteris fixats pel que fa a ND i NE i propis pel que fa a NP		
	0.00239	5.26534	0.01257
	AVALUACIÓ REVISADA Lesió real i condicions segons criteris fixats		
RISC	PROBABILITAT	CONSEQUÈNCIES	AVALUACIÓ
14. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat	0.01529	0.99005	0.01514
	AVALUACIÓ INICIAL (Lesió diferent i condicions segons criteris fixats)		
	0.00330	0.99005	0.00327
	ACCIDENT Lesió real i condicions mixtes amb criteris fixats pel		

Pel que fa a la comparativa amb l'avaluació del pla, podem veure que la nova metodologia s'ajusta millor, ja que augmenta el valor de l'avaluació atorgant-li més gravetat al risc.

Val a dir que es van produir també dos accidents amb vehicles, un in itinere i un altre en desplaçament dintre de la jornada laboral. Cap dels dos ha estat considerat en l'estudi degut a què no existeix avaluació de riscos associat al mateix, es tracta d'accidents amb característiques completament aleatòries i imprevisibles i no poden derivar-se mesures preventives.

#### 7.4. CONCLUSIONS DE LA COMPARATIVA

Després de l'estudi acurat dels resultats obtinguts de les comparatives realitzades podem afirmar que la nova metodologia s'ajusta a uns criteris raonables i s'apropa bastant a les avaluacions de riscos dels Plans.

Podem observar la uniformitat que s'obté en la classificació resultant dels riscos comparats mitjançant la nova metodologia, es a dir, comparades les diferents avaluacions de la mateixa fase d'obra, els resultats finals s'aproximen molt entre ells. Cal destacar que no només s'ajusta si no que afegeix certa objectivitat en l'avaluació en alguns casos, com per exemple en els riscos de sobreesforços que han generen una part important de l'accidentabilitat. No parlem de que la metodologia intenti ser predictiva, ja que aquest es un objectiu molt utòpic donada la enorme quantitat de variables i factors que intervenen en la realitat, però sí que demostra que, amb les dades estadístiques introduïdes, redueix la subjectivitat pròpia de les avaluacions de riscos. D'aquesta manera s'aproxima molt més la magnitud del risc a les estadístiques d'accidentabilitat degut al factor de ponderació de la probabilitat.

El cas dels sobreesforços ja es va destacar en l'estudi anterior en relació a aquesta metodologia, en el que comparades tres avaluacions en la mateixa fase d'obra de tres plans diferents, situaven el risc de sobreesforç com el més greu en totes tres, mentre que en les pròpies avaluacions per la mateixa fase el risc més greu no era el mateix. Això passava principalment degut a desviacions que es produïen en la metodologia inicial en relació a les dos variables que conformen el valor de les conseqüències. Segons una primera revisió de la metodologia els resultats en relació als sobreesforços sempre el situaven en primer lloc com al risc més greu tal i com s'observa en el quadre següent relatiu a la primera obra analitzada:

Capítol: ESTRUCTURES				
Activitat: ENCOFRAT, FORMIGONAT I DESENCOFRAT				
RISC	PROBABILITAT	CONSEQUENCIES	AVALUACIÓ	Nº d'ACCIDENTS
10. Sobreesforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic			1.37910	2
6. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn			0.31550	
1. Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda			0.18666	
8. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn			0.03619	
3. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn			0.03431	
4. Xoc o cop amb un objecte que cau o es desprèn			0.03431	
5. Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopegada o d'un xoc contra un objecte immòbil			0.01836	
9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós - sense especificar			0.01388	
13. Contacte amb un agent material tallant			0.01388	
11. Contacte amb flames directes o objectes o entorns - elevada temperatura			0.01088	

12. Contacte amb un agent material punxant			0.00466	
2. Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica al cos. Contacte elèctrics.			0.00403	
7. Xoc o cop amb un objecte en balanceig			0.00324	
14. Xoc o cop amb un objecte o fragment projectat			0.00176	
15.- Contacte amb substàncies sobre o a través de la pell i dels ulls			0.00138	

Podem observar que amb bastanta diferencia s'avalua el risc de sobreexforç quantitativament molt per sobre del segon (i primer en l'avaluació real) de d'aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda (o caiguda a diferent nivell segons l'avaluació real). Aquest valor tan disparat ens indica que calia ajustar la metodologia en relació a les conseqüències. Es va realitzar una segona revisió ja que el desajust es produïa degut al coeficient de ponderació que incrementava molt substancialment els valor per riscos classificats en el grup C. Es va pensar en unificar els valors només tenint en compte, de la mateixa manera que en la variable NC, només els valors sumats del grup A i B. Aplicant de nou la metodologia va resultar que es produirà un nou desajust en el sentit invers que en el cas de la metodologia inicial i revisada, segons es pot observar en la taula següent:

Capítol: ESTRUCTURES				
Activitat: ENCOFRAT, FORMIGONAT I DESENCOFRAT				
RISC	PROBABILITAT	CONSEQUENCIES	AVALUACIÓ	Nº d'ACCIDENTS
1. Aixafament sobre o contra resultat d'una caiguda			0.19955	
8. Xoc o cop amb objecte que cau o desprèn			0.03795	
3. Xoc o cop amb objecte que cau o desprèn			0.03598	
4. Xoc o cop amb objecte que cau o desprèn			0.03598	
5. Aixafament sobre o contra resultat d'una ensopagada o d'un xoc contra objecte immòbil			0.01887	
9. Contacte amb agent material tallant, punxant, dur, rugós - sense especificar			0.01417	
13. Contacte amb agent material tallant			0.01417	
2. Contacte directe amb l'electricitat, rebre una descàrrega elèctrica al cos. Contacte elèctrics.			0.00513	
12. Contacte amb un agent material punxant			0.00466	
6. Xoc o cop amb objecte que cau o desprèn			0.00444	
7. Xoc o cop amb objecte en balanceig			0.00336	
14. Xoc o cop objecte o fragment projectat			0.00183	
15.- Contacte amb substàncies sobre o a través de la pell i dels ulls			0.00183	
10. Sobreexforç físic sobre el sistema múscul-esquelètic			0.00120	2
11. Contacte amb flames directes o objectes o entorns - elevada temperatura			0.00029	

Finalment la darrera revisió va establir un criteri més raonable per les conseqüències dels riscos de la part superior e inferior de la taula, donant resultats més ajustats i coherents. Així doncs, queda pales la consistència d'aquesta metodologia donat que, a més, s'aproxima a la realitat de l'accidentalitat, tot reduint els nivells de subjectivitat que la resta de metodologies conserven.

## 8. CONCLUSIONS

Aquesta nova metodologia quantitativa revisada, d'avaluació de riscos s'ha creat com a una eina de treball que té per objectiu facilitar als professionals de la prevenció la realització d'anàlisi de riscos de seguretat en el sector de la construcció, i també l'avaluació dels mateixos. Es tracta doncs d'un instrument de decisió que permet unificar criteris entre els actors implicats en la seguretat d'un projecte constructiu i valorar-ne les conseqüències de les variacions introduïdes. També resulta un model de gran utilitat durant l'execució de l'obra, ja que facilita l'avaluació de riscos a partir del control i la comprovació de les mancances i deficiències en els diferents llocs de treball, podent-se actualitzar àgilment. Així queden integrades les mesures de seguretat i salut i s'aconsegueix una disminució de l'accidentalitat en cadascuna de les etapes.

En aquesta nova versió revisada i ampliada, destaca un aspecte fonamental que ha estat la revisió i ampliació d'indicadors i la seva quantificació. La incorporació de la variable personal i l'ampliació de criteris per donar valor a la resta de variables, afegeix criteri i objectivitat a la metodologia incorporant factors que quedaven exclosos i que creiem que intervenen en l'avaluació de riscos. També es cert que s'han rebutjat indicadors, ja que la necessitat de desenvolupar un model quantitatiu i operatiu requeria un limitat nombre d'indicadors per tal de facilitar la seva aplicació i verificar la seva relativa eficàcia predictiva. Els indicadors revisats de la metodologia inicial i els de nova incorporació ajuden a complementar les variables de probabilitat d'ocurrència d'un accident o la severitat en que aquest pot esdevenir.

Així, aquesta metodologia es caracteritza per la seva objectivitat en la presa de decisions, ja que es fonamenta en la utilització d'eines matemàtiques i estadístiques obtingudes de l'anàlisi de la documentació oficial publicada per les autoritats competents en matèria de sinistralitat. A més, la seva consistència es manifesta en la regularitat dels resultats obtinguts a la comparativa amb altres avaluacions de riscos.

## 9. BIBLIOGRAFIA GENERAL

-“Informe sobre el sector de la Construcción (Período 2003-2007)” i dels seus annexes [2] *Anexo I* i [3] *Anexo II*, publicat al mes de febrer de 2009 per l'Organisme de Coordinació d'Informació i Observatori, pertanyent al Institut Nacional de Seguretat i Higiene al Treball (INSHT).

-“Prevención de riesgos laborales. Aplicaciones prácticas con Prevensystem Plus”  
\_Ana Tapia Acebes y Miguel Carretero Leal\_2010. Ediciones Dos Mil Diez, S.L..

-“Métodos de evaluación de riesgos laborales”  
\_Juan Carlos Rubio Romero\_2004. Ediciones Díaz de Santos, S.A.

-“Análisis del sector de la construcción. Estudio descriptivo de los accidentes sufridos en el período 1990-2000”  
\_Miguel A. Camino López, Ignacio Fontaneda González y Miguel A. Manzanedo del Campo\_2005. Universidad de Burgos.

-“Seguridad en la construcción. Modelo para la evaluación de la gravedad de los accidentes”  
\_Miguel A. Camino López, Ignacio Fontaneda González y Miguel A. Manzanedo del Campo\_2005. Universidad de Burgos.

-“Guia d'avaluació de riscos per a petites i mitjanes empreses”  
\_Vicenç Marí i Borràs\_2001. Generalitat de Catalunya. Departament de Treball

-“Manual per a la identificació i avaluació de riscos laborals – Versió 3.2”  
\_Generalitat de Catalunya. Departament de Treball. Direcció General de Relacions Laborals. Barcelona, 2010

-“Evaluación de Riesgos Laborales”  
\_Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, junio de 1996).

-“Directrices para la Evaluación de Riesgos en el Lugar de Trabajo”  
\_Dirección General Vª. Empleo, Relaciones Laborales y Asuntos Sociales, Comisión Europea, 1996).

-“Guía d'Avaluació de Riscs per a Petites i Mitjanes Empreses”  
\_Generalitat de Catalunya; Departament de Treball; Delegació Territorial de Tarragona; mayo de 1996).

-“Gestión de la Siniestralidad (Sector CONSTRUCCIÓN)”  
\_Jaume Guixà Mora\_2000. Arquitectura Técnica – Seguridad y Prevención. A.bís Edicions

### RECURSOS I DOCUMENTACIÓ ELECTRÒNICA

-Generalitat de Catalunya: [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat)

-INSHT: [www.insht.es](http://www.insht.es)

-Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo: [www.oect.es](http://www.oect.es)

## 10. CONTINGUT DEL CD

Al disc que s'adjunta amb el PFG s'hi troben els següents arxius en format pdf:

- \_Memòria
- \_Resum
- \_Annexos

## 11. ANNEXOS

A1. GUIA D'APLICACIÓ PRÀCTICA DE LA METODOLOGIA	3
A2. FITXES D'ACCIDENTS	13
A3. TAULES DE REFERÈNCIA	15
A4. REDACCIÓ EN LLENGUA ESTRANGERA	20